Anat.
209 Kf

Hasse

Anat. 209

ANATOMISCHE STUDIEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. C. HASSE,

PROFESSOR D. ANATOMIE A. D. UNIVERSITÄT BRESLAU.

Viertes Heft.

Mit 10 Kupfertafeln.

XIV. Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. Von Dr. C. Hasse. Mit Tafeln XXVII. XXVIII. 583

XV. Ueber den Bau des Gehörorganes von Siredon pisciformis und über die vergleichende Anatomie des Kiefersuspensorium. Von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XXIX. . 611

XVI. Die Morphologie des Gehörorganes von Coluber natrix. Von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XXX. 648

XVII. Das Gehörorgan der Crocodile nebst weiteren vergleichend anatomischen Bemerkungen über das mittlere Ohr der Wirbelthiere und dessen Annexe. Von Dr. C. Hasse. Mit Tafeln XXXI. XXXII. und XXXIII 679

XVIII. Beiträge zur Morphologie des utriculus, sacculus und ihren Anhängen bei den Säugethieren. Von August Carl, Stud. med. Mit Tafel XXXIV. 751

XIX. Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere. Von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XXXV und XXXVI. 765

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

1. Heft. Mit Tafel I-VIII. 1870. Thlr. 3.
2. „ „ „ IX-XVIII. 1871. Thlr. 3.
3. „ „ „ XIX-XXVI. 1872. Thlr. 3.

460 D

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

X.

Das Gehörorgan der Fische

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XIX — XXII.

Die Ueberschrift dieser Abhandlung könnte vielleicht grössere Erwartungen erwecken, als ich zu erfüllen vermag; ich habe nicht sämmtliche wesentlichen Classen der Fische mit Bezug auf das Gehörorgan untersucht, ich habe mich weder mit den Ganoiden, noch diesmal eingehender mit den Plagiostomen beschäftigen können, und selbst das Material, welches ich zu berücksichtigen im Stande war, war gegenüber der grossen Mannigfaltigkeit der Formen verhältnissmässig so spärlich, dass ich kaum wagen dürfte, das Gehörorgan der Fische generell zu beschreiben. Meine Untersuchungen beschränken sich wesentlich auf die Teleostier, aus den Familien *Pleuronectes*, *Gadus*, *Perca* und *Cyprinus*, allein ich bin in der glücklichen Lage mich, wenigstens was die morphologischen Verhältnisse anderer Familien und Classen betrifft, auf Forscher berufen zu können, deren Resultate zum allergrössten Theile durchaus nicht meinen Grundanschauungen über das Gehörorgan überhaupt widersprechen, und deren Abbildungen in Zusammenhang mit denen, welche ich geben werde, eine Uebersicht über sämmtliche Formen des Gehörapparates geben und zugleich zeigen, wie überall und bei allen dieselben wesentliche Bestandtheile wiederkehren. Auf etwaige Differenzen werde ich an geeigneten Stellen aufmerksam machen, späteren Forschern überlassend, sowohl die morphologischen als die histologischen Verhältnisse an der Hand erweiterter Erfahrungen näher auszuführen.

Die Arbeiten unseres Altmeisters der Anatomie, die ausgezeichnete Abhandlung E. H. Weber's [1]) ist epochemachend für unsere Kenntniss

1) De aure animalium aquatilium Lipsiae 1820.

des Gehörorgans der Fische, wie ich schon in meiner Arbeit »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[1]) erwähnte, und ihr schliesst sich würdig die durch ihre Abbildungen ausgezeichnete Arbeit von BRESCHET[2]) an. Diese beiden bilden die Grundlage für die nun folgenden Betrachtungen, an deren Beobachtungen vermag ich überall, wo meine eigenen lückenhaft sich darstellen, anzuknüpfen und wenn ich mich auch nicht den vergleichend anatomischen Gesichtspunkten, die BRESCHET entwickelt, anschliessen kann, so bietet er mir doch überall Handhaben, um die Gültigkeit meiner in der ganzen Wirbelthierreihe gewonnenen Anschauungen darzuthun. Dasselbe gilt auch für WEBER, und ich bedaure nur, dass ich den glänzenden Spuren des letzteren auf dem Gebiete des von ihm angenommenen eigenthümlichen, accessorischen Gehörapparates, den Beziehungen der Schwimmblase zu dem Labyrinthe der *Cyprinoiden* für diesmal nicht eingehender habe folgen können. Von älteren Untersuchern ist auch hier wieder der genaue und im Ganzen bis dahin nicht genug gewürdigte COMPARETTI[3]), aus dessen, wenn auch nicht schönen Abbildungen man die hier geschilderten Verhältnisse erkennen kann, zu erwähnen, vor allem aber wieder SCARPA[4]), der auf seiner Taf. IV. Fig. 1 eine Abbildung geliefert, die an Schönheit und Correktheit Manches übertrifft, was spätere Forscher geleistet, wenn auch seinen Beschreibungen hie und da Mängel ankleben. Die Anschauungen anderer Forscher, die weniger ausgedehnte Untersuchungen angestellt haben, wird man in den eben angeführten Abhandlungen citirt und bestätigt resp. widerlegt finden. Was die histologischen Verhältnisse betrifft, so freut es mich auch hier an den verschiedensten Stellen auf eine Arbeit zurückkommen zu können, die bahnbrechend in der Histologie des Gehörapparates der Fische und des Nervenendapparates des *acusticus* überhaupt, Zeugniss ablegt für die grosse Beobachtungsgabe M. SCHULTZE's. Was E. H. WEBER's und BRESCHET's Untersuchungen auf dem Gebiete der Morphologie, das ist mit Bezug auf den feineren Bau SCHULTZE's Arbeit: »Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth«[5]) gewesen, und Weniges ist darin niedergelegt, dem ich mich nicht voll und ganz anzuschliessen vermag. Auf die Angaben anderer Forscher, wie F. E. SCHULZE[6]),

1) Würzburger Verhandlungen.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. Paris 1838.

3) Observationes anatomicae de aure interna comparata. Pataviae 1769.

4) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1769.

5) Müller's Archiv 1858.

6) Zur Kenntniss der Endigungsweise der Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Archiv für Anatomie 1862.

HARTMANN [1]) und LANG [2]) werde ich an gegebenen Orten zu sprechen kommen.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse des Gehäuses, so kann man zwei Grundformen statuiren. Die eine ist dadurch charakterisirt, dass dasselbe sich wie bei den höheren Wirbelthieren als vollkommen geschlossen darstellt, und wir finden die Repräsentanten in der Classe der Plagiostomen, während bei der anderen Form, zu denen die Teleostier und Ganoiden gehören, dasselbe sich gegen die Schädelhöhle hin offen darstellt. Innerhalb dieses Rahmens können nun alle möglichen Stufen des grösseren oder geringeren Umschlossenseins der häutigen Theile vorkommen. Die Cyprinoiden zeigen z. B. eine etwas ausgiebigere Umschliessung des häutigen Labyrinthes von Seiten des Gehäuses, während dagegen z. B. *Perca*, den ich als Repräsentanten der einen Form vorzugsweise untersucht, wie auch *Gadus* und *Pleuronectes* eine etwas weniger ausgedehnte Umschliessung zeigt. Freilich sind, wie wir später sehen werden, die Differenzen nicht beträchtlich, und was die Unterschiede zwischen den Teleostiern und den Ganoiden betrifft, so liegen diese den Abbildungen BRESCHET's, der *Accipenser* untersucht, nach zu schliessen nur in der Massenentwicklung des häutigen Verschlussmittels.

Sehen wir einstweilen von den bei den Plagiostomen vorkommenden Verhältnissen, die so eigenartig gestaltet uns später etwas beschäftigen werden, ab, und beginnen wir zunächst mit den einfachsten, wie sie sich bei *Perca* zeigen, so finden wir das knöcherne Gehäuse, wie ich es schon in der Abhandlung über die Frösche erwähnte, im Wesentlichen aus drei Knochen, dem *pro-*, *epi-* und *opistoticum* zusammengesetzt, von denen das *epoticum*, welches sich bei den Fröschen, und selbst da nicht immer, nur in Rudimenten findet und sich erst wieder bei den Eidechsen, wie CLASON nachgewiesen, in guter Entwicklung vorfindet, von da an in der Wirbelthierreihe vollkommen zu verschwinden scheint, während dagegen die beiden anderen eine beträchtliche, entweder mehr selbständige oder mit den anderen benachbarten Knochen gleichen Schritt haltende Entwicklung zeigen. Die Paukenhöhle fehlt, wie ja auch bei einigen Thieren aus den höheren Classen der Reptilien (Schlangen) und Amphibien, den Fischen gänzlich, trotzdem die Knochenelemente zur Bildung einer solchen, *squamosum* und *quadratum* vorhanden sind. Dieselben sind aber anderen Zwecken dienstbar, sie tragen die den

[1]) Die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinthe der Knochenfische. Archiv für Anatomie, 1862.

[2]) Ueber die *cupula terminalis* der Cyprinoiden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.

Kiemendeckel zusammensetzenden Knochen, oder besser vergleichend anatomisch ausgedrückt, namentlich das *quadratum* und das *quadratojugale* werden durch Reduktion und Verschmelzung der verschiedenen dasselbe bei den Fischen constituirenden Bestandtheile zu dem einzigen mit dem *squamosum* und dem *pterygoideum* verschmolzenen Knochen bei den Batrachiern, der dann wieder in der nächstfolgenden Classe der Reptilien zu neuen Combinationen zerfällt. Die Homologa des Quadratbeins finde ich in dem *hyomandibulare* und dem *symplecticum*, das des *quadratojugale* in dem *quadratum* (Gegenbaur), ähnlich wie es nach ihm auch Hallmann annimmt. Dabei bleibt freilich ein Umstand zu beachten, dass nämlich letzteres das *articulare* des Unterkiefers trägt, während dasselbe bei den Fröschen im wesentlichen von dem *quadratojugale* und dem *pterygoides* und zum geringen Theile von dem sich keilförmig von oben her zwischen die beiden einschiebenden *quadratum* getragen wird, an dem sich kein *symplecticum* mehr nachweisen lässt. Alle diese Knochen sind mit einander aufs innigste vereinigt. Es kann aber dieses Verhältniss gegenüber dem bei den Fischen nicht Wunder nehmen, da der Unterkiefer bei diesen Thieren durch die Entwicklung des hinter dem *quadratum* und *symplecticum* gelegenen starken Kiemendeckelapparates nach vorne gedrängt und der tragende Knochencomplex dahin bogenförmig gekrümmt erscheint, eine Richtung, die dann noch das bei den Fröschen nach unten hin hakenförmig gekrümmte, hintere Ende des *quadratojugale* bekommt. Dieser Theil wird demnach am weitesten nach vorne dem Unterkiefer entgegengeschoben und allein von allen zur Anheftung desselben dienen. Das Verhältniss stellt sich also richtig ausgedrückt folgendermassen dar. Das bei den Fischen vorne unten gelegene, namentlich von oben nach unten entwickelte *quadratojugale*, welches auf der einen Seite mit dem *articulare* des Unterkiefers, auf der anderen Seite mit einem selbständigen Knochen des *quadratum* in Verbindung steht, bekommt bei den Fröschen mit diesem Knochen durch die Reduktion der Kiemen und des Kiemendeckelapparates und durch die entsprechende Entwicklung des Unterkiefers nach hinten eine entsprechende Richtung. Es wird zugleich nach oben hin gedrängt in seiner Masse reducirt, dabei aber wird die Verbindung mit dem Oberkiefer nach hinten hin verlängert, gleichsam ausgezogen. Drängt nun so das *quadratojugale* mit dem Unterkiefer bei der Reduktion des Kiemenapparates nach hinten, und wird es zugleich nach oben gegen die Vorderfläche des *quadratosymplecticum* hingedrängt, werden diese beiden mit einander zum *quadratum* verwachsenen Knochen zugleich nach hinten gedrängt, statt wie bei den Fischen nach vorne bogig gekrümmt zu erscheinen, während dann

auch das innen vom *quadratojugale* gelegene *pterygoideum* nach hinten rückt, und bilden sie dann zusammen eine Masse hinter dem *quadratojugale* nach unten vorrückend, so bieten sie bei den Batrachiern dem Unterkiefer eine Articulationsfläche gemeinsam dar, die dann bei den Eidechsen und Schildkröten nur von dem weiter nach unten hin für sich weiter entwickelten und getrennten *os quadratum* hergegeben wird. Wir finden also das Knochengerüst, welches bei den Batrachiern so innige Beziehungen zur Paukenhöhle besitzt, bei den Fischen wesentlich modificirt auf Grund anderer Funktionen. Die Beziehungen zum Kiemendeckelapparat treten hier, wenn man so will, an die Stelle derjenigen zur Paukenhöhle. Das Verhältniss zum *squamosum* und dieses wieder zum Labyrinthe ist jedoch im Wesentlichen dasselbe. Das *hyomandidulare* oder *quadratum* articulirt freilich auch mit der Seitenfläche des eigentlichen Schädels und zwar direkt mit dem *prooticum*, wie wir das ja auch von dem *quadratum* der Reptilien wissen, allein ebenso auch wie bei den Batrachiern mit der Unterfläche, namentlich des hinteren Theiles des *squamosum*. Dieses schiebt sich am äusseren Rande der oberen Fläche des Gehäuses, welches bei den Fischen wesentlich vom *epoticum* gebildet wird, zwischen diesem und dem oberen Rande des *pro-* und *opistoticum* ein. Durch die Labyrinthknochen wird das *squamosum* von dem *occipitale superius* und dem *parietale* abgedrängt. Letzteres von dem *frontale* getrennt, zeigt sich nicht so entwickelt wie bei den Batrachiern, dagegen ist das bei den Fröschen als ein geringfügiges Knöchelchen zwischen die seitlichen Hinterhauptsbeine oberhalb des Hinterhauptslochs eingeschobene *occipitale superius* gut entwickelt vorhanden und hat einerseits die Entwicklung des *parietale* nach hinten, andererseits die des *occipitale laterale* nach oben hin behindert.

Was nun das Gehäuse selber betrifft, so erscheint die Lagerung desselben, ebenso wie bei den übrigen Wirbelthieren, an der Seitenfläche des Schädels zwischen der vorzugsweise für den *vagus* bestimmten Oeffnung, dem *foramen jugulare* und der des *trigeminus*. Es liegt nach oben hin beinahe frei unmittelbar unter dem Integumente und wird nach aussen von dem Kiemendeckelapparat und dem an das *squamosum* bei den Fischen nach hinten hin sich anheftenden Schultergürtel bedeckt. Die Oberfläche des knöchernen Gehörapparates bildet viel ausgeprägter wie bei den Fröschen und Reptilien, wo derselbe gleichsam nur angelagert erscheint, einen Theil der Schädeloberfläche, während die unvollständige Innenwand hier wie bei den folgenden Classen die Schädelhöhle begrenzen hilft. Im grossen Ganzen kann man in dem Gehäuse, welches freilich immer nur ganz künstlich zu trennen ist, die demselben Gebilde bei den höheren Thieren zukommende, vierseitig

pyramidale Form vorgebildet erkennen. Die Basis der Pyramide kehrt nach oben, die noch mehr wie bei den Batrachiern abgestutzte Spitze nach unten, und wir haben dann, abgesehen von der bereits erwähnten inneren, eine äussere, vordere und hintere Fläche.

Erwähnte ich nun aber zu Anfang, dass das *pro-*, *epi-* und *opistoticum* bei den Teleostiern das Gehäuse zusammensetzten, so ist das streng genommen nicht richtig, sondern es participiren noch mehr Knochen an der Umschliessung, vor allem das *occipitale laterale* und das *basilare*, und zwar hilft jenes die Hinterwand, dieses die Spitze der Labyrinthpyramide bilden. Ausser diesen kommt dann noch namentlich das *occipitale superius* und das *squamosum* und ferner wohl ein Theil des *parietale* und des *postfrontale* bei der Bildung der oberen Wand in Betracht. Es sind also sämmtliche Knochen, die den hinteren Schädeltheil zusammensetzen, während bei den höheren Thieren nur das *pro-*, *epi-* und *opistoticum* das Gehäuse bildeten und die Spitze der Labyrinthpyramide nicht zu dem *occipitale basilare*, sondern zu dem *sphenobasilare*, dem vor jenem gelagerten Theile des Primordialcranium in Beziehung trat dadurch, dass sie demselben auflag. Das *squamosum* schiebt sich von aussen her, das *occipitale superius* und *parietale* von innen, das *postfrontale* von vorn, das *occipitale laterale* von hinten zwischen die Labyrinthknochen ein. So überraschend nun dieses Verhältniss gegenüber dem bei den höheren Thieren vorkommenden erscheint, so lässt sich doch leicht die Continuität in der Reihe herstellen, wenn man von dem ursprünglichen ausgehend die Erscheinungen in Betracht zieht, welche die niedersten Wirbelthiere mit Bezug auf die Lagerung des Gehörapparates zur Schädelkapsel zeigen, Verhältnisse, welche nach dem Vorgange von E. H. Weber[1]), Breschet[2]) und vor allem J. Müller[3]) in der folgenden Abhandlung von Ketel geschildert werden und für die Erklärung der Erscheinungen bei den *Plagiostomen* von Wichtigkeit sind.

Wir sehen bei *Myxine* und *Petromyzon* den Gehörapparat wie bei allen Wirbelthieren zwischen der Durchtrittsstelle des *trigeminus* und *vagus* in die Masse des knorpligen Primordialcraniums eingebettet, jedoch so, dass die verschieden geformte Kapsel nicht rings knorplig geschlossen erscheint, sondern gegen die Schädelhöhle hin durch eine vom *acusticus* durchbohrte, mehr oder minder resistente und ausgedehnte Membran abgeschlossen erscheint, welche als Fortsetzung des

1) l. c. 2) l. c.

3) Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*. Fortsetzung der vergleichenden Anatomie der *Myxinoiden*. 1838.

Homologon der *dura mater* der höheren Thiere anzusehen ist. Bei den Plagiostomen zeigt sich dann die Einlagerung in das knorplige Cranium so, dass die Kapsel, die schon bei *Petromyzon* mehr geschlossen erscheint, bis auf die Durchbohrungsstelle des *acusticus* und des sogenannten *canal du tube ascendent* (BRESCHET), des *recessus labyrinthi s. aquaeductus vestibuli* geschlossen erscheint. Die Verschlussmembran gegen die Schädelhöhle ist, wenn man so will, bis auf die Scheide der Nerven und des *recessus labyrinthi* reducirt. So haben wir von den *Cyclostomen* zu den *Plagiostomen* eine Weiterentwicklung des bleibenden, knorpligen Schädels mit Bezug auf den Gehörapparat dadurch, das derselbe von aussen nach innen gegen den Schädelraum vorwächst. Anders gestaltet sich dagegen das Verhältniss bei den Fischen, die wir hier zunächst in Betracht gezogen, den Teleostiern. Allerdings lagert sich auch bei ihnen das häutige Gehörorgan an derselben Stelle wie bei den übrigen Wirbelthieren in das Primordialcranium, allein dieses umschliesst mit seinem sich knorplig entwickelnden Theil dasselbe nicht einmal so vollständig, wie bei den *Cyclostomen*, wenigstens bei *Petromyzon*, sondern lässt eine grosse Lücke gegen den Schädelraum frei, die durch häutige, allerdings auch zum Primordialcranium gehörige Theile, die innere Bekleidung des Schädels, ausgefüllt werden muss, und so wenig umschliesst dann das knorplige Primordialcranium das Labyrinth, dass noch ein Theil der Deckknochen das *squamosum, postfrontale, parietale* und *occipitale superius* den Verschluss mit bilden helfen. Gegenüber den *Cyclostomen* findet nun aber eine Weiterentwicklung in dem Sinne statt, dass innerhalb der vom knorpligen Primordialcranium abgegebenen Kapsel Verknöcherungen auftreten, die sich zum *occipitale basilare,* zum *pro-*, *epi-* und *opistoticum* entwickeln. Letztere zeigen dann bei dem grössten Theile der höheren Thiere (Ausnahme Eidechsen, selten Batrachier) eine Weiterentwicklung in dem Sinne, dass sie anfänglich knorplig angelegt wie bei den Plagiostomen den häutigen Gehörapparat umwachsen, jedoch gegenüber diesen Thieren darin eine höhere Entwicklungsstufe erreichen, dass sie sich allmählig zu Knochen umwandeln. Bei den Batrachiern und den Schildkröten sehen wir noch an der Innenwand und an der Spitze der Pyramide die ursprüngliche Knorpelmasse sogar in ziemlich ausgedehntem Maasse auftreten, die dann bei den Vögeln Knochen Platz macht. Dieses Herumwachsen der eigentlichen Labyrinthknochen hat zur Folge, dass die Deckknochen des Schädels ausser dem Bereiche des häutigen Apparates fallen, bewirkt ferner eine gewisse Selbständigkeit der Kapsel desselben, und dass dieselbe, wie ich bei den höheren Thieren nachgewiesen, bei den ungemeinen Veränderungen

des Gesammtcranium eine mehr passive Rolle spielt, dabei freilich ihre eigene Entwicklung verfolgt. Der einzige Anklang, das einzige Homologon der gegen die Schädelhöhle gewandten, durch die *dura* verschlossenen, grossen Lücke zeigt sich dann als Durchtrittsstelle der Nerven und als *apertura aquaeductus vestibuli*, selten wie bei einigen höheren Thieren als *apertura aquaeductus cochleae*. So erklärt sich aus dem Verhalten bei den *Cyclostomen* das Offensein der knöchernen Labyrinthpyramide der Teleostier gegen die Schädelhöhle und die Art ihres Verschlusses im lebenden Zustande, allein eine Erscheinung bleibt immer noch, der Unterschied, der darin zu Tage tritt, dass bei den Fischen die Spitze des Labyrinthes dem hinteren Theile des Primordialcranium dem *basioccipitale* aufliegt, während sie bei den höheren Thieren zum *sphenobasilare* in Beziehung tritt. Es hängt das mit der Ausdehnung zusammen, welche das bei den Teleostiern weit nach vorne hin entwickelte *occipitale basilare* besitzt, während ein knöchernes *sphenobasilare* noch nicht differenzirt erscheint. Dafür tritt ein Belegknochen, dem wir schon bei den Fröschen begegnet sind, das *parasphenoidale*, auf. Erst mit der Reduktion des *occipitale basilare* von vorne nach hinten, wie wir es bei den Fröschen sehen, legt sich die Spitze des Labyrinthes in den Theil des knorpligen Primordialcranium, auf dessen Unterfläche das *parasphenoidale* sich entwickelt, und wo nun wie bei den Reptilien ein wirkliches *basisphenoidale* als Fortsetzung des Grundstücks des Hinterhauptbeines sich entwickelt, da sehen wir, wie Clason nachgewiesen, bei den Eidechsen einen Uebergang gegen die Fische in dem Sinne, dass die Spitze des Labyrinthes an der Grenze der beiden Knochen, bei den Schildkröten schon ein wenig entfernter vom *basioccipitale* im *sphenobasilare* zu liegen kommt, welcher Knochen dann bei den Säugern und dem Menschen als solcher nichts mehr mit dem Labyrinthe zu thun hat. Worin bei den Wirbelthieren, von den Fischen angefangen der letzte Grund dieses Wechsels der Beziehungen des Gehörapparates zu den Knochen der Schädelbasis liegt, vermag ich für diesmal nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ich möchte aber auch hier glauben, und es wäre eine dankbare Aufgabe das zu verfolgen, dass er in den Wachsthumsverhältnissen bestimmter Gehirntheile zunächst an der *basis cerebri* zu suchen ist.

Die Richtung der Hauptaxe des knöchernen Gehäuses geht von oben, aussen, vorne nach unten, innen und hinten, und die Spitzen convergiren bei den Teleostiern in dem Grade, dass sie beinahe in der Mittellinie der Schädelbasis zusammenstossen, und nur ein geringer Raum zwischen den beiden übrig bleibt. Diese Lagerungsweise der Spitze der Labyrinthpyramide ist bei dem immerhin beträchtlichen

Breitendurchmesser der an dieser Stelle gelagerten Theile des Centralnervensystems nur dadurch ermöglicht, dass diese sich darüber weglegen, der untere Theil des Gehörapparates also unter dem Centralorgane, tief in die verdickte Schädelbasis eingebettet ist, ein Verhalten wie wir es in den nächstfolgenden Klassen der Amphibien und Reptilien nicht mehr auftreten sehen. Das Gehirn auf der verhältnissmässig viel dünneren Schädelbasis gelagert drängt durch seine Breitenentwicklung die Spitzen von der Mittellinie weg nach aussen, keilt sich gleichsam zwischen sie ein und treibt sie immer weiter aus einander. Dieses bei den Teleostiern so auffallende und wichtige Verhältniss findet, und das ist, scheint mir, für den Zusammenhang in der Wirbelthierreihe ausserordentlich interessant, sein Vorbild bei den *Myxinoiden*, während *Petromyzon* dagegen, dessen unterer Gehörkapseltheil sich nicht unter das Gehirn weglagert und dem der anderen Seite sich nähert, ein Vorbild der Verhältnisse bei den *Plagiostomen* und den höheren Wirbelthieren darbietet, so dass man also mit Bezug auf die ausserordentlich bedeutsamen Lagerungsverhältnisse des Labyrinthes sagen kann, dass in der Klasse der *Cyclostomen Myxine* die niederste Form, die Stammform der niederen Fische, der Teleostier und *Ganoiden*, sein Verwandter *Petromyzon* die höhere, die der *Plagiostomen* und höheren Wirbelthiere repräsentire. Die Urform des Gehörapparates dieser Thiere wäre dann entweder ausgestorben, oder, und das wäre wichtig, bei einem noch lebenden Wirbelthiere zu suchen. Ich glaube, das *Amphioxus* noch eingehender auf die Existenz eines Gehörorgans untersucht werden müsste. Vielleicht würde sich dann der Connex zwischen Vertebraten und Evertebraten noch schärfer hinstellen lassen als es später geschehen kann.

Gehen wir nun nach diesen Beobachtungen zu der Schilderung der einzelnen Begrenzungsflächen der Kapsel des Gehörapparates über, so finden wir wie bei den Batrachiern die obere Wand vierseitig gestaltet, nach aussen hin abschüssig und theilweise nach vorne hin unmittelbar unter dem Integumente, theilweise unter Muskeln gelagert. Bei *Perca* findet sich zu diesem Zwecke, eine tiefe trichterförmige Grube in der hinteren Hälfte, ebenso bei *Gadus* u. a., und diese zieht sich nach vorne in eine flache, dreiseitige Einsenkung aus, deren Basis nach hinten, deren Spitze nach vorne gekehrt ist. Die Muskeln trennen somit wie bei den Batrachiern den grössten Theil der Oberfläche von dem Integumente. Die Ränder der Fläche, von denen die längste nach aussen, der kürzeste nach innen sieht, sind nach aussen, vorne, hinten und innen gewandt. Sie wird vorzugsweise von dem *epoticum*, dann von einem Theile des *postfrontale*, *parietale*, selten dem *occipitale*

laterale, dann aber vom *occipitale superius* gebildet, dessen Kamm die Grenze zwischen den beiden Labyrinthpyramiden anzeigt. Sie berühren sich also nach oben beinahe in der Mittellinie. Das *epoticum* nimmt die Mitte der Fläche und gewöhnlich auch den hinteren Rand ein, über den sich nur selten das *occipitale laterale* mit einem umgebogenen Rande hinlegt, innen kommt dann das *occipitale superius* und der hintere Theil des *parietale*, vorne der hintere, schmale Theil des *postfrontale*, und aussen das *squamosum*. Innen und vorne sind die Grenzen sehr verwaschen. Weder das *pro-* noch das *opistoticum* nehmen an der Bildung der oberen Wände Theil. Bei *Cyprinus* stellt sich das Verhältniss in sofern etwas anders, als eigentlich nur das *epoticum*, das *occipitale superius* und das *squamosum* die obere leicht convexe, nur an einzelnen Stellen etwas vertiefte Fläche bilden. Die Flügel des *occipitale laterale* ragen niemals bis an dieselbe empor, so dass bei diesen Thieren der hintere Rand ausschliesslich vom *epoticum*, welches rechtwinklig gegen die Hinterwand umbiegt, gebildet wird. Besondere Hervorragungen, die, wie wir es bei den Batrachiern sahen, die Bogengänge und Ampullen anzeigten, lassen sich nicht wahrnehmen.

Die äussere Wand wird aus folgenden Knochen zusammengesetzt. Oben befindet sich das *os squamosum*, in der Mitte das *pro-* und *opistoticum* und unten das *occipitale basilare*. Das *pro-* und *opistoticum* sind die wesentlichsten constituirenden Bestandtheile. Die Naht des *squamosum* läuft an dem oberen Drittel der Fläche schräg von oben vorne, nach unten hinten, während die zwischen *pro-* und *opistoticum* ungefähr von der Mitte derselben ausgehend senkrecht nach unten verläuft und hier auf diejenige Naht trifft, die horizontal von vorne nach hinten verlaufend das *opistoticum* vom *parasphenoidale* trennt, während diese dann weiter nach oben in die etwas aufsteigende Naht zwischen dem *parasphenoidale* und dem *prooticum* übergeht. Die obere Kante der Fläche steht horizontal, die hintere und vordere vertical, die untere dagegen fällt schräg von oben vorne, nach hinten unten ab. Sie ist, im Ganzen genommen, schräg von oben aussen, nach unten innen geneigt, zugleich aber bei einigen Fischen wie *Gadus* ein wenig von vorne innen, nach hinten und aussen gerichtet. Durch eine etwas unterhalb der Mitte von vorne oben, nach hinten unten verlaufende, tiefe Furche ist sie in ein oberes, grösseres und ein unteres, kleineres Feld getheilt, die mit einander einen nach aussen hin offenen, stumpfen Winkel bilden. Das obere Feld ist vierseitig plan von oben aussen, nach unten innen gerichtet, das untere etwas mehr spindelförmig gestaltet, senkrecht gestellt und nach aussen hin ausgebuchtet, und diese Ausweitung zeigt die Lage des Steinsacks (*sacculus*) und der Schnecke an, deren Otolithen man bei kleineren

Fischen deutlich durchschimmern sieht. Die Spitze der Spindel sieht nach oben vorne, die Basis nach hinten unten. An der oberen Fläche bemerkt man keine besonderen Hervorragungen als Ausdruck eines Theiles des *vestibulum* oder des Bogenapparates. Der obere Rand der Aussenwand, welcher dem *squamosum* angehört, springt stark, gleichsam dachartig vor und trägt auf seiner Unterfläche mehr nach vorne hin die Articulation für den Kiefertragapparat. Er zeigt sich hinten in eine scharfe Spitze ausgezogen. Die Gelenkfläche zeigt sich oft auch ausgedehnter am oberen, vorderen Theile des *prooticum*. Die hintere Begrenzung, grösstentheils dem *opistoticum* angehörig, springt ebenfalls scharf vor und ist öfters etwas nach hinten, unten und innen geneigt. Die vordere Begrenzung, die zur Hälfte vom *prooticum* gebildet wird, geht mehr abgerundet in die vordere Fläche über. Die Wand liegt nicht frei am Schädel vor, sondern ist vorne auch bei den *Cyprinoiden* von aussen her vorhangartig von dem Kiemendeckelapparate bedeckt und dadurch von dem Integumente abgeschieden. Bei den *Cyprinoiden* finden wir folgende Abweichungen. Abgesehen davon, dass die Aussenfläche mehr wie z. B. bei *Perca* von vorne innen, nach hinten aussen gerichtet ist, während die andere Stellung von oben aussen, nach unten innen beibehalten wird, und da das untere ausgebuchtete Feld weniger ausgedehnt und minder stark nach aussen vorspringt, liegt ein Hauptunterschied darin, dass die obere, grössere Abtheilung der Aussenwand tief grubenartig eingesunken ist. Diese Einsenkung dient zur Aufnahme von Muskeln, während im Uebrigen die constituirenden Knochen dieselben. Die Oeffnung dieser gerade nach unten sehenden Grube zeigt eine abgerundete Begrenzungsleiste als Ausdruck des horizontalen Bogengangs und am vorderen Ende derselben an der vorderen oberen Grenze der schwachen Ausbiegung, die auch hier der Ausdruck des *sacculus* ist, eine rundliche Auftreibung, die die Lage des *recessus utriculi* anzeigt. Dieser rundliche Höcker würde bei *Perca* etwa die deutlich zum Vorschein kommende Spitze der Auftreibung einnehmen, die, wie gesagt, bei den *Cyprinoiden* wegen der darin enthaltenen Weichtheile nur bei durchfallendem Lichte mit Mühe nachweisbar ist.

Die vordere Wand erscheint als solche nur bei *Perca*, dagegen nicht bei *Cyprinus* besonders ausgeprägt. Sie ist schmal, vierseitig, oben breiter, als unten und ein wenig von vorne innen, nach hinten aussen und zugleich von oben vorn, nach unten hinten gerichtet und schliesst unten mit der Durchtrittsstelle des *nervus trigeminus* ab. Sie wird unten von dem *prooticum* und oben von dem *postfrontale* gebildet, welche sich mit dem *alisphenoidale* in einer Naht verbinden, die die Grenze zwischen Innen- und Vorderwand und zugleich die vordere

Grenze des Gehäuses anzeigt. Bei *Gadus* erscheint die Vorderwand fast als ein Theil der äusseren, ist also ausserordentlich schmal und das ist, wie erwähnt, in noch höherem Maasse bei den *Cyprinoiden* der Fall, bei denen dieselbe nur als starke abgerundete Leiste am Vorderrande der Aussenwand, oberhalb des Trigeminusdurchtritts erscheint. Besondere für das Gehörorgan charakteristische Hervorragungen oder Vertiefungen lassen sich nicht unterscheiden, nur wäre zu erwähnen, dass bei *Cyprinus* im unteren Theile des hinteren Umfangs der Aussenwand die Durchtrittsstelle des *vagus*, das *foramen jugulare* sich findet. Dasselbe zeigt sich auch so bei *Perca*, überhaupt bei allen denjenigen Fischen, bei denen die untere Abtheilung der äusseren Fläche entweder vertical steht, oder nur wenig prominent ist, während dagegen bei anderen Arten von *Gadus*, bei denen dieselbe stark vorspringt und zugleich von oben aussen, nach unten innen geneigt ist, das *foramen jugulare* sich an der in diesem Falle stark ausgeprägten Hinterfläche des knöchernen Gehäuses innen unten findet.

Die hintere, von Muskeln bedeckte Wand wird von dem *opistoticum* oftmals dem *epoticum*, dem *occipitale laterale* und zum kleinen Theile vom *occipitale superius* und dem *squamosum* gebildet. Bei *Perca* zeigt sich das Verhältniss folgendermassen: Wir haben es mit einer fast dreiseitigen Fläche zu thun, deren Basis nach oben, deren im *occipitale basilare* begrabene Spitze nach unten sieht, und die mit einer wesentlich vom *squamosum* und von dem *opistoticum* gebildeten, scharf vorspringenden Kante in die Aussenwand übergeht, während die obere Begrenzung, die oft dem *epoticum* angehört, nach aussen hin durch einen tiefen, halbkreisförmigen Abschnitt, der hinteren Begrenzung der schon geschilderten Muskelgrube ausgehöhlt erscheint, während der innere dem *occipitale superius* angehörige Theil abgerundet ist. Die innere Begrenzung ist durch die Furche angedeutet, die sich zwischen den lateralwärts sehenden Parthien des *occipitale laterale* und *superius* und den nach hinten gekehrten, sagittal gestellten findet. Die ganze Fläche ist ein wenig von oben vorne, nach unten hinten geneigt und über die Mitte derselben verläuft horizontal von aussen nach innen, deutlich erkennbar die Naht zwischen seitlichem und oberem Hinterhauptbein einer-, dem *epoticum* andererseits. Besonders charakteristische Erhebungen als Ausdruck der inneren Theile lassen sich bei *Perca* nicht erkennen. Bei *Gadus* ist die hintere Fläche noch stärker entwickelt, besitzt aber im Uebrigen dieselbe Form, und wir sehen dieselben Knochen beinahe auf dieselbe Weise an der Bildung Theil nehmen, allein, wie ich schon vorhin erwähnte, darin macht sich eine Differenz geltend, dass der untere Theil der äusseren Fläche stark nach aussen ausgebuchtet erscheint und mit seinen hinteren Parthien

an der Hinterfläche zu liegen kommt, so dass also das *opistoticum* nicht wie bei *Perca* nur die äussere Begrenzung der hinteren Wand ausmacht, sondern dieselbe mit dem *occipitale laterale*, gegen das es durch eine Vertiefung abgesetzt ist, in der sich das *foramen jugulare* befindet, grösstentheils bildet, während dann oben *occipitale superius*, *epoticum* und *squamosum* von innen nach aussen concurriren. Der unterste Theil der Hinterwand wird auch hier von dem *occipitale basilare* abgegeben. Bei den *Cyprinoiden* treten wesentliche Unterschiede zu Tage, und zwar zunächst in der Form, insofern als der Theil der hinteren, dreieckigen Fläche, welcher nicht vom Grundbeine des Hinterhauptes gebildet wird, nach unten hin ausserordentlich spitz ausläuft und am Umfange des grossen *foramen jugulare* endet und durch dieses nach vorn hin tief ausgeschnitten scheint und von hinten her von der Wurzel des seitlichen Hinterhauptbeins überwölbt wird. Diese trägt zur Bildung des Gehäuses nicht bei und muss daher bei der Isolation desselben weggenommen werden. Die innere Grenze der Hinterwand ist zum grössten Theile laterale Begrenzung des grossen, nur durch eine zarte Membran verschlossenen Lochs im Hinterhaupte, welches in das *cavum cranii* führt. Die obere Kante ist abgerundet, nicht tief eingebuchtet und nach aussen abwärts geneigt. Die äussere auch bei den *Cyprinoiden* scharf vorspringende Begrenzung sieht mehr nach unten und verläuft fast horizontal. Sie erscheint als Ausdruck des hinteren Endes des horizontalen Bogengangs, ein wenig abgerundet. Die Spitze des freien Theils der hinteren Fläche bildet das *opistoticum*, die Mitte das *occipitale laterale*, das obere Drittel, die Basis, von innen nach aussen *occipitale superius*, *epoticum* und *squamosum*.

Die innere Wand ist grösstentheils häutig und steht bei den *Clupeiden* oben in der Mittellinie mit der der anderen Seite in Verbindung. Bei den übrigen Fischen nähern sie sich an derselben Stelle so ausserordentlich, dass nur ein geringer Raum sie in der Mitte trennt. Nur unten, soweit dieselbe in den Bereich des *occipitale basilare* fällt, ist sie knöchern. Bei *Perca* verschmilzt sie mit der der anderen Seite zu einer Knochenlamelle, bei den *Cyprinoiden* ist sie jedoch von der gegenüberstehenden durch einen geringen Raum, das *cavum sinus imparis* nach Weber getrennt. Die innere, häutige Wand ist nichts weiter als ein Theil der inneren Auskleidung des *cavum cranii*, das Aequivalent der *dura mater* und sonach nur künstlich darstellbar, eigentlich nur eine verdichtete Parthie des alsbald zu erwähnenden ölhaltigen Maschengewebes. Die Membran schliesst Pigmentzellen in sich. Sie überzieht innen den häutigen Gehörapparat, mit demselben durch ein lockeres Fasernetz verbunden, ist bei den Fischen, die ich untersucht, nur schwer darstellbar, leichter scheint es nach Breschet

bei den *Ganoiden* zu sein, zeigt aber eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit. Sie spaltet sich nämlich an dem häutigen Gehörapparate in zwei Blätter. Das äussere, das Homologon des Periosts des Gehäuses der höheren Thiere, umkleidet weit sackartig die häutigen Theile und hält sich, soweit sie von Knochen umschlossen werden, an diese und steht mit den häutigen Theilen durch Bindegewebstränge in Verbindung, die bald grössere, bald kleinere Maschenräume bilden, die oftmals von ölartiger Flüssigkeit gefüllt sind, und somit kommt auch hier zwischen dem häutigen Labyrinthe und dieser Membran wie bei den höheren Thieren ein perilymphatischer Raum zu Stande, der dann durch die feinen Poren der inneren Verschlussmembran mit dem *cavum cranii* in continuirlicher Verbindung steht. Trotzdem nun die Knochenmasse nichts weniger als die Gestalt des häutigen Labyrinthes wiederholt, bildet doch diese Membran mehr oder minder einen getreuen Abguss desselben, ebenso vollständig wie bei denjenigen Thieren die ein durch feste Theile geschlossenes Gehäuse besitzen, welches dann von dieser Membran als Endost oder Endochondrium überzogen ist. Die im wesentlichen vertical gestellte, häutige Wand wird unten durch die Gehörnerven durchbrochen oder besser gesagt ausgestülpt und bildet die Scheide derselben, um dann die obere Grenze der knöchernen Abtheilung zu überziehen. Diese, die, wie erwähnt, bei *Perca* mit der der anderen Seite zu einer senkrecht gestellten Knochenlamelle verschmolzen ist und sich nicht über das obere *niveau* des Occipitalwirbelkörpers erhebt, erscheint an ihrer oberen Grenze zu einer schmalen Platte verbreitert und auf dieser ruht dann das Gehirn. Bei den *Cyprinoiden* waren ja die knöchernen Abtheilungen der inneren Wandungen selbständig. Sie schliessen einen dreiseitig prismatischen Raum ein und berühren sich nur an der unteren Grenze in der Mittellinie, divergiren dann aber nach oben. Dieser Raum, das *cavum sinus imparis*, ist überdacht durch zwei in der Mittellinie zusammenstossende Knochenplättchen, die von dem oberen Rande der knöchernen Innenwand abgehen und dem Gehirne zum Widerlager dienen. Er ist entsprechend der Form des Occipitalwirbelkörpers in der Mitte am tiefsten, verflacht sich nach beiden Enden hin und öffnet sich vorne mit verhältnissmässig weiter Oeffnung in das *cavum cranii*, hinten in den Beginn des *canalis spinalis*, und zwar hier mittelst einer feinen an den Seiten etwas erweiterten Spalte. An einer Stelle der Seitenwand dieses Raums scheint sich dann noch eine feine Oeffnung in dem knöchernen Theile der Labyrinthhöhle zu finden, auf die ich später zu sprechen komme. Die gesammte Innenwand erscheint ebenfalls im grossen Ganzen dreiseitig, mit abgestutzter, nach hinten unten gerichteter Spitze. Die Axe der knöchernen Spitze steht aber nicht in der Verlängerung

der des übrigen Gehäuses, so dass man von einer Gesammtaxe und einer für den oberen, einer für den unteren Gehäusetheil sprechen kann. Jene ist von oben aussen, nach unten innen gerichtet, diese dagegen steht von oben, vorne, aussen, nach unten, hinten und innen. Die Spitze erscheint in transversaler Richtung etwas abgeplattet und nimmt sowohl bei *Perca* wie bei *Gadus* und den *Cyprinoiden* nur den vorderen, oberen Theil des Occipitalwirbelkörpers ein, die Basis nach oben, vorne, aussen, die Spitze nach unten, hinten und innen gerichtet, und erscheint somit als abgeplatteter Kegel, der bei *Perca* überall, bei *Cyprinus* nur an der unteren Grenze mit dem der anderen Seite zusammenstösst.

Will man das gesammte Gehäuse isoliren, so verfährt man am besten folgendermassen. Man durchsägt den Schädel genau in der Mittellinie, dann führt man einen Schnitt, durch das *foramen jugulare* senkrecht nach oben und einen nach hinten unten, durch das *occipitale basilare* bis an die hintere Grenze des Belegknochens, des *parasphenoidale* und bei *Cyprinus* von demselben Loche bis zum hinteren Ende der eigenthümlich modificirten Hämapophyse des Occipitalwirbels. Ferner sägt man von der Durchtrittsstelle des *trigeminus* ebenfalls senkrecht nach oben bis zur Schädeloberfläche und schräg nach unten hinten längs der unteren Grenze der Ausbiegung der Aussenfläche, bei *Perca* bis zur Mitte des *parasphenoidale* und bei *Cyprinus* von derselben Oeffnung bis zur Mitte der Occipitalhämapophyse.

Dies die Verhältnisse der Aussenfläche des Gehäuses, und ich wende mich jetzt zum Binnenraume desselben, der im Hinblick auf die bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden Formen ein hohes Interesse darbietet. Das Wesen des Gehäuseraums kann man so schildern. Es ist grösstentheils ein ungetheiltes *cavum vestibuli s. inferius*, dass nur nach aussen hin zwei oder seltener drei mit demselben communicirende, selbständige Räumlichkeiten, den Bogengängen entsprechend zeigt, die ausschliesslich vom *pro-*, *epi-* und *opistoticum* gebildet werden, während an der Bildung des grossen Raums die übrigen das Gehäuse constituirenden Knochen Theil nehmen. Am ausgedehntesten ist die röhrenartige Ausbuchtung des *cavum* um den horizontalen, dann folgt die um den frontalen, und am geringsten ist die um den sagittalen Bogengang. Die Röhre des horizontalen Gangs bildet das *pro-* und *opistoticum*, die des frontalen das *epi-* und *opistoticum*, und die des sagittalen das *prooticum*. In dem grossen Hohlraume liegen Schnecke, Sack, eigentlicher *utriculus* und die Commissur der Bogengänge, somit zum geringsten Theile die Ampullen und der *recessus utriculi*. Doch kommen in dieser Beziehung namentlich ausgeprägt bei den *Cyprinoiden* Anklänge an die Verhältnisse der höheren Wirbelthiere vor. Der grosse

Raum ist in seiner grössten Ausdehnung nach innen hin häufig verschlossen, namentlich soweit er zur Aufnahme der Commissur, des eigentlichen *utriculus* und eines Theils des Sacks dient, während der untere, knöchern umschlossene Theil des *cavum vestibuli* bei allen Fischen die Schnecke und den grössten Theil des *sacculus* umschliesst. Beide Abtheilungen wollen wir für sich betrachten.

Die grössere, obere Abtheilung ist nahezu keilförmig gestaltet, die Basis des Keils nach oben, die Spitze desselben nach unten an der oberen Grenze der knöchern umschlossenen Abtheilung gelegen. Die häutige, innere Wand nähert sich der äusseren immer mehr. So wird das *cavum* unten in transversaler Richtung immer platter, oben dagegen zeigt dasselbe einen so grossen queren Durchmesser, dass es fast das der anderen Seite berührt, ein Verhältniss, wie es wohl die *Clupeiden* durch den Zusammenstoss der beiden Räume vollkommen zeigen. Namentlich bei den *Cyprinoiden* ist auch die Aussenwand der inneren häutigen ausserordentlich genähert, besonders in der Mitte und zwar in dem Grade, dass die beiden hier einander fast berühren, ein Verhalten, welches seinen Grund in der Tiefe der Grube an der Aussenfläche des Gehäuses hat. Sie tritt in Gestalt einer kugligen Vorbucklung nach vorn von der Commissur der Bogengänge auf. Eine ähnliche sehen wir auch, jedoch durchaus nicht so weit nach innen vorragend bei *Perca* und *Gadus*, und zwar nach aussen von der Commissur, und sie rührt in diesem Falle von der tiefen Grube in der hinteren Abtheilung der oberen Fläche her. Die obere Abtheilung des *cavum vestibuli* erscheint mir überhaupt bei den *Cyprinoiden* viel enger wie bei den anderen Fischen. Besonders sind an diesem Raume zwei Einbiegungen an der oberen Grenze der von Knochen umschlossenen Abtheilung und unterhalb der Vorbuchtung der oberen, resp. äusseren Wand vorne und hinten interessant, *recessus*, die die ersten Andeutungen eines *cavum superius posterius* und *anterius* der höheren Thiere sind, die continuirlich einmal in die Röhre des horizontalen, und des sagittalen und dann des frontalen Bogengangs hineinführen. Diese Gruben, von denen die vordere grösser, als die hintere erscheint und auch etwas tiefer herunterragt, umschliessen, die hintere den allergrössten Theil der alleinstehenden Ampulle und die an ihr vorübergehende Krümmung des horizontalen Bogengangs, die vordere, bei *Cyprinus* etwas mehr wie bei *Perca*, den grössten Theil des *recessus utriculi* und die zusammenstehenden Ampullen. Der Rest liegt in der *cavitas vestibuli*. Die hintere Grube zeigt hinten oben den Eingang in die knöcherne Röhre des frontalen Bogengangs, aussen und etwas nach vorne den der horizontalen, die vordere Grube erscheint namentlich bei *Perca* oben vorne ausgedehnt und erreicht hier beinahe die

Schädeldecke. Dort geht sie in einen kurzen, knöchernen Canal für den sagittalen Bogengang über, welcher etwa die Mitte desselben umfasst, während der überwiegendste Theil im grossen *cavum* liegt und nur unten an die vordere Grenze des *cavum anterius* sich anlehnt. Von der Unterseite dieses kurzen, knöchernen Bogengangs erstreckt sich nach hinten unten eine Duplicatur der periostalen Auskleidung der Höhle und theilt den vorderen Hohlraum in einen grösseren, vorderen und einen kleinen hinteren, welch ersterer durch eine niedrige, von vorne nach hinten verlaufende Leiste in zwei, eine obere und untere Abtheilung getheilt wird, von denen jene durch ein gallertiges Bindegewebe ausgefüllt wird, diese dagegen den grössten Theil des *recessus utriculi* aufnimmt, während die letztere in ihrem Grunde aussen die Oeffnung des knöchernen, horizontalen Bogengangs zeigt und zur Aufnahme des Anfangstücks desselben resp. eines Theils der horizontalen Ampulle dient. Bei den *Cyprinoiden* ist die vordere Grube ebenfalls nach oben hin weit ausgedehnt, aber nicht durch eine Weichtheilduplicatur in eine vordere und hintere getheilt, sondern durch eine wie bei *Perca* auftretende, niedrige Leiste in eine obere und untere Hälfte getrennt, von denen erstere oben vorne den Eingang in den knöchernen Canal des sagittalen Bogengangs zeigt, der länger wie bei *Perca* erscheint und etwa ein Drittel des Ganges umfasst, und nach aussen den Eingang in die knöcherne Röhre des horizontalen Ganges. Zugleich nimmt sie den grössten Theil der zusammenliegenden Ampullen auf, während die untere Abtheilung als rundliche, ziemlich tiefe, von aussen her sichtbare Grube den *recessus utriculi* umfasst.

Die untere, vollständig von Knochen umschlossene Abtheilung des *cavum vestibuli*, die bei *Perca* über die Hälfte des Sacks und die Schnecke, bei *Cyprinus* etwa zwei Drittel des *sacculus* und ebenfalls die ganze Schnecke umschliesst, öffnet sich bei *Perca* mit weiter, bei *Cyprinus* mit engerer Mündung in das *cavum vestibuli* eine Oeffnung, die bei beiden Fischformen wesentlich nach oben und bei *Cyprinus* zugleich etwas nach vorne sieht. Der Raum hat einen geringen transversalen, einen grösseren Höhendurchmesser, er ist seitlich abgeplattet und steht mit seiner Längsaxe wie erwähnt von oben, vorne, aussen nach unten, hinten, innen, so dass also die beiden Räume nach hinten hin ziemlich stark convergiren. Im mittleren Theile erscheint der Hohlraum weiter, wie im oberen und unteren, verjüngt sich aber nach oben sehr, nach unten nur wenig und zeigt hinten, unten eine kleine Einsenkung für das Ende der Schnecke. Es ist mir nicht gelungen irgend welche sonstige Vertiefungen oder gar Oeffnungen nachzuweisen. Die innere Begrenzung des Raums steht vertical, die äussere ist entsprechend der Aussenwand vorgebuchtet. Die obere Begrenzung ist in Folge der

Oeffnung gegen das *cavum vestibuli* unvollständig, hinten breiter, als vorn, und über dieselbe weg legt sich, wie wir gesehen, das Gehirn. Bei den *Cyprinoiden* ist die Form dieser Abtheilung des *cavum vestibuli* nahezu dieselbe, wie bei *Perca* und auch von relativ derselben Grösse, allein der hintere, untere Theil erscheint höher, mehr ausgeweitet, ohne besonders hervortretendes Grübchen. Die Stellung der Längsaxe ist dieselbe wie bei *Perca*, die Hauptdifferenz liegt eben in dem Verhältnisse zum Raume der anderen Seite, von dem sie, wie wir wissen, durch das *cavum sinus imparis* getrennt ist. Ueber die Innenwand des Raums läuft vom Anfange an über die Mitte derselben von oben, vorne eine niedrige Leiste nach hinten, unten und trennt ein unteres, überall gleich hohes Feld von einem von vorn nach hinten allmählig höher werdenden, oberen. Letzteres dient zur Anlagerung der Innenwand der Schnecke, ersteres zur Anlagerung des Sacks. An der oberen Grenze der Innenwand läuft eine Naht als Grenze zwischen *occipitale basilare* und den eigentlichen Labyrinthknochen, und am hinteren Ende ist die Knochenmasse ausserordentlich dünn und hie und da wohl durch einen Knorpel ersetzt, so dass es mir oftmals vorgekommen ist, als finde sich hier eine Communicationsöffnung mit dem *cavum sinus imparis*, allein, wenn ich mich auch nicht mit voller Bestimmtheit aussprechen kann, so glaube ich doch nicht, dass eine solche unter natürlichen Verhältnissen existirt, sondern erst am trockenen Präparat oder bei unvorsichtiger Sondirung zu Stande kommt.

Nach dieser Betrachtung des Binnenraums des Gehäuses sei es mir gestattet, einen Blick auf die Modificationen desselben in der Thierreihe, die Fische als Ausgangspunkt genommen, zu werfen, da dadurch Erscheinungen erklärt werden, die wie die Mündung des knöchernen, horizontalen in den frontalen Bogengang bei den Vögeln am Punkte der stärksten Krümmung des ersteren auf den ersten Blick so viel Eigenthümliches hat. Bei den Fischen lagern also die Commissur der Bogengänge, *utriculus, sacculus* und Schnecke, sammt einem Theile des sagittalen Bogengangs, einem Theile des *recessus utriculi* und der Ampullen in einem gemeinsamen *cavum vestibuli*, während vorne und hinten, aussen Ausbuchtungen sich finden (*cavum anterius* und *posterius*), von denen ersteres den übrigen Theil des *recessus utriculi* und der zusammenstehenden Ampullen sammt einem Theile der entsprechenden Bogengänge umhüllt und oben aussen in die knöchernen Bogengänge sich fortsetzt, während letzteres den Rest der alleinstehenden Ampulle sammt einem Theile des zugehörigen Bogengangs und die Mitte des horizontalen Ganges umfasst und aussen und oben in die knöchernen Gänge des frontalen und horizontalen Bogengangs übergeht. Diese *cava* werden von den drei Labyrinthknochen gebildet. Bei den Fröschen

schreitet nun die Umschliessung von Seiten dieser Knochen und die Selbständigkeit der einzelnen Hohlräume des Labyrinthgehäuses dadurch weiter vor, dass die Knochen von oben und aussen, nach innen und unten weiter auswachsen und die dort gelegenen Theile weiter umschliessen. Es werden dadurch das *occipitale basilare* und die übrigen schon erwähnten Schädelknochen von der Umschliessung ausgeschieden. Zunächst wird von dem *prooticum* der sagittale Bogengang vollkommen umfasst, und auch die Umschliessung des frontalen von Seiten des *opistoticum* sammt dem rudimentären *epoticum* dehnt sich weiter gegen die Commissur hin aus, und diese wird von den beiden Labyrinthknochen in ihrem oberen Theile mit umhüllt, so dass dadurch ein *cavum internum* entsteht, welches nach oben, vorn und oben, hinten in die knöchernen Bogengänge übergeht. Zugleich werden vom *cavum anterius* die zusammenstehenden Ampullen und der *recessus utriculi* besser umschlossen und von dem hinteren die alleinstehende Ampulle mit dem Beginne des entsprechenden Bogengangs und der anliegenden Krümmung des horizontalen Gangs, während dann auch zugleich namentlich der vordere Hohlraum, wegen der Ausdehnung der Röhren der Bogengänge, die weit mehr in demselben zu liegen kommen, verkleinert wird. Der untere Theil der Commissur mit der Einmündung des horizontalen Bogengangs, der *utriculus, sacculus* und die Schnecke, von dem *pro-* und *opistoticum* von innen her umwachsen, bleiben dagegen in dem gemeinsamen Raume, dem *cavum inferius s. vestibuli*, liegen. Dieses Verhältniss bleibt im Wesentlichen noch bei den Reptilien, jedoch ist bei den Eidechsen wegen der gewaltigen Ausdehnung des Sacks das *cavum internum* niedriger, allein namentlich der *recessus utriculi* ist besser umschlossen wie bei den Fröschen, und bei den Schildkröten fängt auch die Schnecke an ein selbständiges *cavum* zu bilden. Bei den Vögeln sehen wir dagegen eine weit bessere Differenzirung der einzelnen knöchernen Hohlräume, namentlich was die Schnecke betrifft, die in einem eigenen *cavum* lagert, das sich bei den Reptilien als untere Spitze des *cavum vestibuli* vorfand. Die Schnecke liegt in einer selbständigen Röhre, und im *cavum vestibuli* liegt nur *sacculus* und *utriculus*, dessen *recessus*, wenn als solcher auch nicht ganz verschwunden, so doch kaum angedeutet mit in den Vorhof einbezogen ist und zwar dadurch, dass das *cavum anterius* durch die selbständige Umwachsung jeder einzelnen der zusammenstehenden Ampullen modificirt, oder wenn man will, verschwunden ist. Aehnliches ist auch mit dem *cavum posterius* der Fall, welches nur die alleinstehende Ampulle enthält, während es ja bei den Reptilien noch einen Theil des horizontalen Bogengangs umschloss, dessen Einmündung in die Commissur der verticalen Gänge auch bei den Vögeln aus dem

cavum vestibuli in das *cavum internum* durch weiteres Auswachsen desselben gerückt ist. Demnach weist die Verbindung des Lumens des horizontalen, knöchernen Bogengangs mit dem Anfangstheile des frontalen in der Nähe der alleinstehenden Ampulle, dem entsprechend auch des *cavum posterius* bei den Vögeln auf das ursprüngliche Verhalten der Einlagerung des horizontalen Ganges in das *cavum posterius* hin. Der Differenzirungsprocess beim Umwachsen von Seiten der Knochen geht also hinten am langsamsten vor sich. Diese Communication der beiden knöchernen Gänge wird dann bei den Säugethieren und dem Menschen vollkommen aufgehoben, und jetzt existiren die drei Gänge, die drei Ampullen und die Schnecke schon als Knochentheil jeder für sich, und nur *sacculus* und *utriculus* sind in einem gemeinsamen Hohlraume, dem Vorhofe, dem Ueberbleibsel der mächtig entwickelten *cavitas vestibuli* der niederen Wirbelthiere gelagert.

Was nun die innerhalb des Gehäuses gelagerten Weichtheile betrifft, so hätte ich des das Gehäuse auskleidenden Periosts, welches an der Innenwand desselben als eine Fortsetzung der *dura* ohne Beziehung zum Knochen auftritt und, wie wir gesehen, gleichsam Duplicaturen um die dort gelegenen Weichtheile bildet, nur mit wenigen Worten zu gedenken. Es ist eine relativ feine, mit Pigmentzellen durchsetzte, namentlich an den Knochen von elastischen Fasern und Gefässen durchzogene Bindegewebsmembran, in der mit Ausläufern versehene Zellelemente bald reichlicher, bald sparsamer eingesprengt sind, principiell nicht unterschieden von den homologen Membranen der übrigen Wirbelthiere. Zwischen dem Perioste und dem häutigen Gehörapparate spannt sich ein maschiges Bindegewebsnetz, welches wir so ausserordentlich mächtig bei den Schildkröten entwickelt sahen, dessen embryonale Grundlage ohne Zweifel wohl dieselbe ist, wie bei den höheren Wirbelthieren, wie ich[1]) insbesondere bei den Vögeln nachgewiesen. Es erscheint aber hier insofern modificirt, als der Inhalt der von feinen Bälkchen begrenzten Maschenräume gerade bei den von mir untersuchten Fischen ein anderer und nicht aus einer klaren lymphatischen, sondern aus einer ölartigen Flüssigkeit besteht, die ich aber nichtsdesto weniger als der Flüssigkeit des Lymphsystems zugehörig ansehen möchte, wie eine solche ja auch das *cavum cranii* erfüllt. Das Maschennetz füllt eben hier wie bei den anderen Thieren das *cavum perilymphaticum*, d. h. den Raum zwischen Gehäuse und häutigem Gehörapparat, bildet eine Hülse um diesen, wenn es sich auch nicht wie bei den Schildkröten nach aussen gegen das Periost hin mit einer

[1]) Entwicklung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVIII.

festen Membran absetzt und somit die Bildung eines inneren und äusseren *cavum perilymphaticum* verursacht, sondern denselben wie bei anderen Thieren und im embryonalen Leben der Säuger und des Menschen zu einem zusammenhängenden Maschenraume gestaltet. Ich vermag nicht anzugeben, ob an irgend welchen Stellen die Maschenräume wie bei den Eidechsen und Schildkröten besonders grosse, weite *cava* nach aussen von dem Sacke bilden, so viel ist aber sicher, dass das *cavum perilymphaticum* an einzelnen Orten, mag dasselbe wie dort aus einem oder aus vielen engen, zusammenhängenden Räumen bestehen, eine besondere Entwicklung zeigt, und ich möchte auf dieses Verhalten aus physiologischen Gründen einiges Gewicht legen. Bei den höheren Wirbelthieren, und zwar bei allen finden wir den grössten perilymphatischen Raum dort, wo das Gehörorgan in den Bereich des *foramen vestibulare* fällt, ferner in dem *cavum anterius* und *posterius* und in den Bogengängen, wo erstere als solche differenzirt, also, da mir ersteres Verhalten zunächst als das wichtigste erscheint, dort, wo die Schallwellen zuerst an das Labyrinth herantreten. Es erscheint das *cavum* hier so weit, dass man darin wohl laufende Wellen annehmen könnte, die sich dann in den vorliegenden Theil des häutigen Gehörapparates (*sacculus*) fortpflanzen, um so mehr, weil wir ja bei allen eine Oeffnung *foramen rotundum s. cochleare* besitzen, an dem die Flüssigkeit ausweichen kann. Ein *foramen vestibulare* besitzen wir bei den Fischen nicht, die Schallwellen treffen den häutigen Apparat von der Schädelober- und Aussenfläche her, und so sehen wir auch dort in der Umgebung der Commissur der Bogengänge, an diesen selbst und im *cavum anterius* und *posterius,* also da, wo die Ampullen liegen, die grössten perilymphatischen Räume, während diese an dem *utriculus,* oder gar dem Sacke und der Schnecke so gut wie verschwunden sind. Dieses bei den Fischen vorkommende Verhalten setzt sich bei den höheren Thieren, bei den Amphibien und Reptilien in dem Auftreten perilymphatischer Räume im *cavum anterius* und *posterius* fort, zugleich aber entwickelt sich ein solches am *vestibulum*, namentlich am Sacke, während dagegen bei den Säugern und Vögeln die Hohlräume an ersterer Stelle entschieden abnehmen, während sich dagegen das *cavum* im *vestibulum* und von den Vögeln an auch als die bekannten *scalae* an der Schnecke, also an der Stelle der Einfügung des Schallzuleitungsapparates der Gehörknöchelchen mehr entwickelt. Die Bindegewebsstränge des Maschenraumes sind wie erwähnt fein, lassen sich aber vor allem an den Bogengängen leicht conserviren. Im *cavum anterius* und *posterius* findet sich dasselbe und somit auch der perilymphatische Raum stets oberhalb der Ampullen, an den Bogengängen an der concaven äusseren, resp. inneren Seite, an der Commissur nach aussen und

ebenso am Sacke und an der Schnecke nach aussen hin am meisten ausgedehnt.

Das häutige Gehörorgan besteht hier, wie bei allen bisher geschilderten Wirbelthierclassen aus dem Bogenapparate (Bogengänge und Ampullen), aus dem *vestibulum* (*utriculus* und *sacculus*) und aus der Schnecke, und zwar in derselben charakteristischen Lage wie bei den anderen Thieren und namentlich bei der nächstverwandten Classe der Batrachier, wenn auch, wie ich schon in meiner Abhandlung: »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[2]) geschildert, mit der Schnecke eine wesentliche Reduktion vorgegangen ist. Mit Bezug auf das Historische verweise ich auf das dort Gesagte. Der Bogenapparat, dessen Form und Lage vollkommen mit der bei den anderen Thieren gefundenen übereinstimmt, liegt am höchsten, unter demselben befindet sich der *utriculus*, und zwar dessen charakteristischer und wichtiger Bestandtheil, der *recessus utriculi* mit der *macula acustica*, auch hier in unmittelbarer Nähe der zusammenstehenden Ampullen. Nach unten und hinten von diesem der Sack mit seinem Gehörfleck und nach hinten und unten von diesem wieder die Schnecke (*cysticule* Breschet). Die Stellung der Längsaxe des gesammten Gehörapparates lässt sich, wie schon aus dem Verhalten des Raums des Gehäuses hervorgeht, nicht so einfach wie bei den höheren Thieren schildern. Wir müssen zunächst zwei Abtheilungen, den Bogenapparat und den *utriculus* einerseits, den *sacculus* und die Schnecke andererseits unterscheiden, und die Lage der Axe für jede bestimmen, denn nur so gelingt es, sich eine klare Vorstellung zu verschaffen und eine Gesammtaxe zu construiren. Die Längsaxe der oberen Abtheilung habe ich übereinstimmend von oben hinten, nach unten vorne, die der unteren von oben vorne, nach unten hinten gerichtet gefunden, beide sind also bei *Cyprinus* etwas mehr, bei *Perca* weniger gegen einander in einem nach hinten sehenden, stumpfen Winkel geknickt, und es mag das wohl mit der grösseren Selbständigkeit der beiden Abtheilungen, die grösser ist als bei allen bisher betrachteten Thieren, und mit der Mächtigkeit der selbständigen Entwicklung des *sacculus* gegenüber *utriculus* und Schnecke zusammenhängen. Ueberhaupt haben die Formverhältnisse der einzelnen Abtheilungen, wie wir schon so oft gesehen, einen bedeutenden Einfluss auf die Gesammtstellung des Gehörorgans, ohne dass damit die wesentlichen Lagebeziehungen der einzelnen Theile zu einander verändert zu sein brauchen. Sie sind es niemals.

Am Bogenapparate besitzen wir auch bei den Fischen nach vorne hin im *cavum anterius* die beiden zusammenstehenden Ampullen, die

[1]) Würzburger Verhandlungen, 1868.

horizontale und die sagittale (Fig. 1 *f g*, Fig. 2 *k l*, Fig. 4 *a f*, Fig. 41 *a*), letztere nach vorne und etwas nach oben von ersterer gelegen, hinten dagegen im *cavum posterius* die alleinstehende frontale (Fig. 1 *e*, Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*, Fig. 41 *c*), die ein wenig tiefer liegt, wie die beiden anderen und zwischen ihnen ausgespannt der *utriculus* (Fig. 3 *i*) von oben vorne, nach unten hinten sich erstreckend und vorne die Ausweitung des *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 3 *i*, Fig. 4 *d*, Fig. 41 *b*) zeigend. Ueber die Ampullen schlagen sich die drei Bogengänge, der horizontale (Fig. 1 *c*, 3 *c*), sagittale (Fig. 1 *d*, Fig. 3 *b*) und frontale (Fig. 1 *b*, Fig. 3 *a*), von denen auch bei den Fischen der erste sich am wenigsten, der zweite am meisten aus der entsprechenden Ebene entfernt. Die Bogengänge haben innerhalb ihres Gehäuses eine vollkommen excentrische Lage, und zwar liegen sie mit ihrer Convexität dem Knochen an, stehen dagegen an der concaven Seite weit vom Knochen ab. Hier ist demnach auch das bindegewebige Maschennetz am meisten ausgedehnt, gerade wie wir es auch bei den Schildkröten sehen. Die Länge ist nicht an allen die gleiche. Durchstehend erscheint mir der horizontale Gang am längsten, und ihm folgt der sagittale. Der frontale erscheint stets am kürzesten, und so finden wir dann die Commissur der verticalen Bogengänge weit nach hinten ragend und dann nach Aufnahme des horizontalen Bogengangs nach vorne unten verlaufend, auch hier unter einem rechten Winkel (Fig. 3 *h*, Fig. 1 *i*), in den hinteren Theil des eigentlichen *utriculus* von oben her münden. Der horizontale Bogengang erweitert sich an seiner Einmündung am unteren Commissurende trichterförmig und öffnet sich an der Vorderseite, wie ich es auch an anderen Wirbelthieren beobachtet, vielleicht mit der physiologischen Consequenz, dass auf diese Weise der Strom durch den Mangel der Anlagerung am Knochen oder an mehr oder minder unnachgiebige Theile, dagegen durch die Lagerung gegen das *cavum perilymphaticum* hin keine Hindernisse erfährt, sondern ungeschwächt in die Commissur eintreten kann. Die Commissur der Gänge erreicht oben fast die Mittellinie des Schädels, und ist somit zugleich von oben innen, nach unten und aussen gerichtet und dem der anderen Seite ausserordentlich genähert, ein Verhalten, auf welches ich nachher noch zu sprechen komme.

Der *utriculus*, dessen Stellung von oben vorne, nach unten hinten innerhalb des *cavum vestibuli* zwischen dem *cavum anterius* und *posterius* und oberhalb der knöchern umschlossenen Raumabtheilung ich schon erwähnt, erscheint nicht so lang ausgedehnt (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3) wie bei den Fröschen oder den Reptilien, namentlich den Eidechsen, sondern ist kürzer, allein ebenso wie bei diesen in zwei Abtheilungen, dem *recessus utriculi* und den eigentlichen *utriculus* zerfallen. Bei *Perca*

und *Gadus* und *Pleuronectes* (Fig. 2 *h*) nimmt ersterer etwa die Hälfte, bei *Cyprinus* dagegen (Fig. 3 *i*) etwa $^2/_3$ des gesammten *utriculus* ein und erscheint als eine nach vorn, unterhalb der zusammenliegenden Ampullen gelegene, kuglige Blase. In den eigentlichen *utriculus* hinten, oben münden wie erwähnt die vereinigten Bogengänge (Fig. 2 *n*). Von hinten her, unterhalb des Endes des horizontalen Gangs senkt sich eine kurze Röhre ein, die auch bei den Fischen der alleinstehenden Ampulle angehört, und gerade gegenüber der Bogengangmündung findet sich die bei *Perca* (Fig. 1) weitere, bei *Cyprinus* (Fig. 3 *k*) ausserordentlich enge Communication mit dem *sacculus* (Fig. 1 u. 3 *l*).

Dieser zeigt bei *Perca*, *Gadus* und *Pleuronectes* (Fig. 2 *g*) eine grosse Ausdehnung und ist nicht wie bei den höheren Thieren kuglig, sondern nach hinten, unten in die Länge gezogen und dieser Umstand, in Verbindung mit der Eigestalt des Sacks, bedingt die Abweichung der Axe des unteren Theils des Gehörapparates gegenüber der des oberen. Der Sack ist vom *utriculus* durch eine tiefe Einschnürung abgesetzt, unterhalb desselben gelegen und erstreckt sich mit seiner Spitze unter den *recessus* nur wenig über denselben hinaus nach oben, vorne, seine Hauptmasse liegt von demselben nach unten, hinten. Bei *Cyprinus* ist die Selbständigkeit des Sacks gegenüber dem *utriculus* noch grösser, wenn derselbe auch ausserordentlich viel geringfügiger, als eine feine, cylindrische Röhre erscheint, und hängt gleichsam nur mittelst eines Fadens mit demselben zusammen. Er erstreckt sich ebenfalls nicht weit über den stark entwickelten *recessus* nach vorn oben, dagegen von demselben weit nach hinten unten unter der alleinstehenden Ampulle in die untere, knöchern umschlossene Abtheilung des *cavum vestibuli* hinein.

Am unteren, hinteren Ende des Sacks, an der Basis desselben zeigt sich bei *Perca* (Fig. 1 *k*) ein kleines, halbkugliges, etwas nach oben gelagertes Bläschen, die Schnecke, die nur durch eine schwache Einschnürung vom Sacke abgesetzt, weit mit demselben communicirt, ohne dass es zur Bildung eines eigenen *canalis reuniens* kommt. Bei *Pleuronectes* erscheint dieselbe nach Art einer phrygischen Mütze etwas nach unten hin übergebogen. Bei *Cyprinus* (Fig. 3 *n*) gewinnt sie gegenüber dem cylindrischen Sacke eine mächtige Ausdehnung, ohne dabei im Wesentlichen ihre Lage zu demselben zu ändern. Sie findet sich auch hier wesentlich unten, hinten vom Sacke, unterhalb und nach hinten von der alleinstehenden Ampulle, allein sie wächst zu einem grossen, im transversalen Durchmesser abgeplatteten Gebilde aus, das sich von dem Sacke namentlich nach oben hin ausdehnt und den überwiegendsten Theil der äusseren Labyrinthabtheilung bildet, so dass eigentlich bei diesen Thieren der Sack nur einen Appendix der

Schnecke bildet. Im Gegensatz nun zu *Perca* erscheint die Communication zwischen Sack und Schnecke bei *Cyprinus* enge (Fig. 3 *m*), ohne dass dabei diese beiden Theile gegen einander besonders abgeschnürt, selbständig erscheinen. Die Formverhältnisse sind so eigenthümlicher Art, dass erst ausgedehnte, vergleichend anatomische Untersuchungen einem über die morphologische Bedeutung derselben Aufklärung verschaffen.

Schon aus dieser kurzen Schilderung der Lageverhältnisse der einzelnen Theile ist ersichtlich, dass dieselben ein Vorbild der bei den höheren Thieren vorkommenden darstellen, dass nur quantitative, keine qualitativen Unterschiede sich finden, und das gilt auch mit Bezug auf die Lage der im *cavum vestibulare* gelagerten Theile. mit Bezug auf die grösstentheils häutige Innenwand. Sie liegen derselben an, wie bei den übrigen Wirbelthieren und lassen zwischen sich und der Aussenwand einen Raum, das *cavum perilymphaticum*, das freilich geringfügiger wie bei den mit einem *foramen vestibulare* versehenen Thieren, doch immer nachweisbar vorhanden ist. Dieselbe Uebereinstimmung findet sich auch mit Bezug auf die gröberen Verhältnisse der Nerven. Der *nervus acusticus* durchbricht die membranöse Innenwand im unteren Theile und theilt sich dann in zwei Zweige, einen vorderen, den *ramus vestibularis*, und einen hinteren. den *cochlearis* (Fig. 2), der gerade so wie bei den Batrachiern den Sack, die Schnecke und die alleinstehende Ampulle versorgt, während ersterer zu den zusammenstehenden Ampullen und zu dem *recessus utriculi* verläuft. Die Trennung in diese beiden Aeste ist freilich (Fig. 2) bei vielen Fischen nicht scharf und bestimmt ausgeprägt, sondern oftmals erscheint der zum Sack gehörende mehr selbständig, so dass sich dann gleichsam ein mittlerer Nerv hinzugesellt, der immerhin innigere Beziehungen zum hinteren, wie zum vorderen Aste besitzt. Für diese Zweitheilung des Nerven auch bei anderen als den hier aufgeführten Fischen sprechen auch die zahlreichen Abbildungen, vor allen Dingen Breschet's [1]) und die Beschreibung E. H. Weber's [2]).

Wenden wir uns nun zu der speciellen Betrachtung der einzelnen Abtheilungen des häutigen Gehörorgans, und zunächst des Bogenapparates, so finden wir, was die Bogengänge betrifft, dass dieselben eine starre, dicke und elastische Wandung besitzen, die sich wie bei den anderen Wirbelthieren ziemlich plötzlich in der Nähe der Commissur verdünnt und häutig wird, während sie dagegen am Ampullenende den grössten Durchmesser hat. Der horizontale Gang verläuft aus der entsprechenden Ebene von vorne oben, nach hinten unten in S-förmiger Krümmung, nach vorne von dem Beginne des frontalen Gangs und dem Dache

[1]) l. c. [2]) l. c.

der alleinstehenden Ampulle, ohne sich über das Niveau des ersteren nach hinten zu erstrecken, nach innen, um nach aussen von dem unteren Ende der Commissur, vorne umgebogen mit erweiterter trichterförmiger Mündung sich in dieselbe unter einem rechten Winkel zu öffnen (Fig. 1 *i*, Fig. 3 *h*). Er erscheint, wie überhaupt die Bogengänge, bei *Perca* kürzer, als bei *Cyprinus*. Der sagittale, am meisten aus der Ebene weichende Gang verläuft wie der horizontale über das Dach der entsprechenden Ampulle von vorne, unten, aussen nach innen, hinten, oben, um nahe der Mittellinie des Schädeldachs nach unten umgebogen (Fig. 1 *d*) mit dem frontalen sich zu vereinigen, welcher, ebenfalls über das Dach der Ampulle sich hinüberschlagend, länger und weniger aus der entsprechenden Ebene weichend von unten, aussen und etwas hinten, nach oben, innen und etwas nach vorne verläuft, um dann mit dem anderen verticalen zunächst die Commissur zu bilden. Ein ungleichmässiges Caliber der Gänge habe ich nicht nachzuweisen vermocht, sie erscheinen hier wie bei allen Wirbelthieren gleich an Durchmesser. Umgeben ist jede Röhre von dem ölgetränkten Gallertgewebe und von einem weiten Gefässnetze, das sich jedoch namentlich nach Erhärtung der Theile in grossen Fetzen abziehen lässt. Aehnlich wie bei den Schildkröten, wo ich dieses Verhältniss besonders beschrieben, verläuft auch bei den Fischen über die Mitte der Concavität der Gänge (Fig. 1) durch die Wandung durchschimmernd ein dunkler Streifen, der sich gegen die Commissur hin verliert, dagegen sich continuirlich auf das Dach der Ampullen fortsetzt, eine Art *raphe*, die entschieden dieselbe entwicklungsgeschichtliche Bedeutung hat, wie bei den übrigen Wirbelthieren, bei denen sie auch entweder mit blossem Auge oder durch das Mikroskop nachweisbar auftritt.

Der Bau der Gänge zeigt dieselben Eigenthümlichkeiten, die ich schon bei den anderen Thierclassen so oft geschildert, mit mehr oder minder unwesentlichen Abweichungen. Es sind cylindrische Röhren, deren Lumen (Fig. 5) auf dem Querschnitt mir in den meisten Fällen als beinahe kreisrund mit einer geringen Abplattung an der concaven Seite, welche an das Verhalten bei den Schildkröten erinnerte, erschien. Wir haben dieselben drei Elemente, den Spindelknorpel (Fig. 5 *d*) der Wand, den cuticularen, homogenen Basalsaum (Fig. 5 *b*) und das Epithel (Fig. 5 *a*) zu unterscheiden. Die Wandung erscheint an der concaven Seite beträchtlich verdickt (Fig 5), in der Nähe der gegenüberstehenden convexen am dünnsten. Die Aussenfläche der Knorpelsubstanz erschien in den meisten Fällen etwas rauh, herrührend von dem Ansatze des gallertigen Bindegewebes, selten glatt, und in solchen Fällen konnte man hie und da zusammenhängende Lagen von Zellen unterscheiden, die dem Umhüllungsgewebe

angehörend, leicht ein wirkliches Epithel im Sinne von RÜDINGER vortäuschen konnten (Fig. 5 *e*). Eine Abweichung machte sich gegenüber den Gängen der bisher betrachteten Wirbelthiere dahin geltend, dass die Gefässe sich nicht bloss auf die Oberfläche beschränkten, sondern auch, namentlich an der concaven Seite ins Innere der Knorpelwand drangen (Fig. 5 *c*) und in deren Substanz ausgegrabene, längsverlaufende Canälchen bildeten, an denen ich hie und da Wandungsepithel, zur Classe der *epithelia spuria* wie die an der Knorpelaussenfläche gehörig, beobachtete. Die Spindelzellen des Knorpels, dessen Grundsubstanz auch hier homogen, zeigen in der ganzen Röhre keine besondere Anordnung, sie sind durch einander geworfen, zeigen aber im Ganzen mit ihren langen Ausläufern eine zum Lumen concentrische Anordnung. Der cuticulare Basalsaum kleidet in ganz gleichmässiger Dicke das Lumen der Knorpelröhren aus, ist zart, stark lichtbrechend, doppelt contourirt, ohne bei den mir zu Gebote stehenden Vergrösserungen eine Andeutung von Streifung als Ausdruck schichtenweiser Ablagerung zu zeigen. Vielleicht werden stärkere Systeme eine solche zu Tage fördern. Das Epithel ist das bekannte schöne, polygonale Pflasterepithel (Fig. 7, Fig, 5 *a*, Fig. 6 *a*), dessen Protoplasma wenig granulirt erscheint, und dessen Kerne im Grunde und in der Mitte der Zellen gelagert sind. Die Zellgrenzen sind sehr zart, und eine besondere Membran ist nicht nachweisbar. Gegen die Concavität, gegen den dunklen Streifen der *raphe* (Fig. 6 *b*) ändert bei den Teleostiern wie bei den anderen Wirbelthieren das Epithel seinen Charakter allmählig dadurch (Fig. 5), dass es höher wird, und dass die Zellen an Durchmesser abnehmen. Sie sind in der Mitte der *raphe* am höchsten und haben dort zugleich den geringsten Durchmesser. Die polygonalen Pflasterzellen werden kleiner, unregelmässiger, der Kern oft etwas spindelförmig und schliesslich haben wir in der Mitte vollkommen runde, niedrige Cylinder mit rundlichem Kern, der fast den ganzen Querschnitt der Zelle im Grunde ausfüllt. In einer Abhandlung: »Vergleichend anatomische Studien über das häutige Labyrinth«[1] erwähnt RÜDINGER eines Befundes, namentlich beim Hecht, an den er vorläufig weitergehende Anschauungen in vergleichend anatomischer Beziehung knüpft. Innerhalb des knorpligen Bogengangs nahm er ein feines, häutiges Canälchen wahr, welches, den vierten oder fünften Theil des Binnenraums einnehmend, excentrisch lag und ein polygonales Pflasterepithel zeigte. Dieses Canälchen ist er geneigt mit den eigentlichen häutigen Bogengängen der höheren Wirbelthiere zu homologisiren und den knorpligen der Fische mit dem knöchernen der

[1] Monatsschrift für Ohrenheilkunde, 1867, Nr. 2.

höheren Thiere. Ich habe nie etwas dem Beschriebenen Aehnliches gesehen, allein mir hat auch kein Untersuchungsmaterial an Hechten zu Gebote gestanden. Was RÜDINGER vorgelegen, vermag ich nur zu vermuthen, und zwar auf Grundlage des Befundes, dass sich das Epithel der Bogengänge ausserordentlich leicht in zusammenhängender Lage vom Knorpel löst. Die die Zellen verbindende Kittsubstanz muss also eine ziemlich feste sein, und es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass eine solche losgelöste Epithelialröhre RÜDINGER seinen häutigen Gang vorgetäuscht hat. Bei allen Fischen, die ich untersucht, findet sich nie eine zweite Röhre in der knorpligen und ich glaube um so mehr, da RÜDINGER die Ansicht als eine vorläufige hingestellt, für die er durch spätere Untersuchungen noch weitere Stützen beizubringen hofft, dass hier ein Kunstprodukt vorgelegen, und dass ausgedehntere Beobachtungen den geehrten Forscher zu den oben geäusserten Anschauungen führen werden, die vollkommen mit denen übereinstimmen, die man bisher über die Gebilde gehabt, und die vergleichend anatomisch allein verwerthbar, da sonst nicht einzusehen, wo das Homologon der auch bei den Fischen vorhandenen knöchernen Bogengänge liegen sollte.

Die Commissur der Bogengänge ist, wie schon erwähnt, häutig und ein von aussen nach innen etwas abgeplatteter, auf dem Querschnitt ovaler Cylinder, der sich unten an der Einmündung des horizontalen Ganges etwas erweitert (Fig. 2 *a*) und aussen oben in den eigentlichen *utriculus* mündet, während sich der horizontale Gang, wie bekannt, weit an der Mitte der Aussenfläche öffnet. Die Wand der Röhre geht aus dem Gewebe des knorpligen Bogengangs durch Abnahme der Intercellularsubstanz und Sparsamerwerden der eingestreuten spindelförmigen Zellelemente hervor. Der Basalsaum dagegen bleibt, ebenso die Pflasterepithelbekleidung, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie hier wie bei den Schildkröten oft eine wirtelförmige Anordnung durch zwischengelagerte kleinere, mehr spindelförmige Elemente zeigt, vor allem aber, dass die Zellen gewöhnlich stärker granulirt, dunkler erscheinen. Eine sehr interessante Eigenthümlichkeit zeigt *Perca* constant, *Cyprinus*, wie Dr. CLASON gefunden, zuweilen. Oben, innen, dort, wo die verticalen Gänge sich vereinigen, jedoch dem sagittalen Gange gewöhnlich mehr als dem frontalen genähert, erhebt sich aus der Commissur (Fig. 1 *a*, Fig. 19 *b*) ein kleiner, hohler, kegelförmiger, spitz auslaufender, blindgeschlossener Anhang, welcher dem knöchernen Schädeldache ansteht und fast die Mittellinie erreicht. BRESCHET hat denselben auch von *Squalus canicula* und von *Perca labrax* gezeichnet. Diese zeigt dieselbe Pflasterepithelauskleidung wie die Commissur und ist durch eine ringförmig herumgehende Firste und eine ihr ent-

sprechende seichte Einschnürung von der Commissur abgesetzt. Die Wandung besitzt eine zwischen der des Knorpels der Bogengänge und der Wand der Commissur in der Mitte stehende Consistenz. Dieser kleine Blindsack, *appendix commissurae,* hat einmal mit Rücksicht auf das bei den *Clupeiden* vorkommende, von E. H. Weber und Breschet geschilderte und abgebildete Verhalten, dann aber noch mit Bezug auf die bei den Plagiostomen vorkommende bleibende Bildung des vom *vestibulum* ausgehenden *recessus labyrinthi* mein lebhaftestes Interesse erregt. Bei den *Clupeiden* kommt eine Verbindung der beiden Labyrinthe am Dache des Schädels zwischen den oberen Enden der beiden Commissuren zu Stande, und ich bin sehr geneigt auch aus noch später zu erörternden Gründen dieses bei *Perca* und *Cyprinus* vorhandene Gebilde mit der Communicationsröhre bei *Clupea* an derselben Stelle zu homologisiren. Es müssten dann zu irgend einer Periode der Entwicklung durch die rasche Ausbildung die beiden Labyrinthe oben mit einander in Berührung kommen und sich durch Dehiscenz, durch Verflüssigung der an einander liegenden Zellgebilde in einander öffnen. Diese Verbindung würde darauf beim Wachsthume des Schädelraums in die Breite zu einer Röhre ausgezogen, die plötzlich bei beinahe vollendetem Wachsthume des Labyrinths und bei noch wachsender Breite des *cavum cranii* in der Mitte sich trennte und zu beiden Seiten blindgeschlossen endete. Die beiden Hälften könnten sich dann bis zum erwachsenen Zustande noch weiter, wie zu einer früheren Periode von einander entfernen. Denkbar wäre es noch, dass man es mit einem Ueberbleibsel des *recessus labyrinthi* zu thun hätte, der an der Innenwand der Commissur zur Schädeloberfläche aus dem *vestibulum* emporsteigt. Dann müsste man aber eine Verschmelzung desselben mit der Commissur im unteren Theile bis zum Vorhof hinunter annehmen und ein Persistiren einzig und allein am oberen Commissurende, von der er sonst niemals ausgeht und ausgehen kann, allein diese Annahme, wenn sie auch nicht ganz verwerflich, scheint mir so complicirte Bildungsvorgänge zu erfordern, dass mir die erstere Annahme natürlicher und ungezwungener erscheint. Die Entwicklungsgeschichte wird über die Richtigkeit der einen oder der anderen Annahme entscheiden, und ich denke, die Frage ist vergleichend anatomisch interessant genug, um eine baldige Lösung als wünschenswerth erscheinen zu lassen. Gleichzeitig wäre dann auch entwicklungsgeschichtlich die Art und Weise der Bildung der oberen Communication der Labyrinthe festzustellen und namentlich die Wechselbeziehung derselben zu dem Modus der Bildung, namentlich des Schädelraums und der Schädelknochen, besonders auch, da wir bei keiner anderen Wirbelthierclasse eine offene Verbindung der beiden Labyrinthe auftreten sehen, ein Verhältniss, das am Ende

auch in physiologischer Beziehung eine erhebliche Bedeutung haben möchte.

Die drei Ampullen liegen in derselben Ebene, wie ihre Bogengänge und besitzen dieselbe Gestalt, wie bei den übrigen bisher betrachteten Wirbelthieren. Sie haben ein gewölbtes Dach und einen planen oder leicht einzogenen Boden; der Boden der sagittalen Ampulle (Fig. 1 *f*, Fig. 2 *k*, Fig. 4 *f*) sieht nach unten, vorne und aussen, das Dach derselben nach oben, hinten, innen. Der Boden der horizontalen (Fig. 1 *g*, Fig. 2 *l*, Fig. 3 *e*, Fig. 4 *a*) kehrt nach vorn, aussen und oben, der Boden nach hinten, innen und unten, der Boden der frontalen (Fig. 1 *e*, Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*) nach unten, hinten und aussen, das Dach nach innen, vorne und oben. Alle drei sind am Ende des Dachs durch zwei Einschnürungen, durch eine tiefere von den Bogengängen, durch eine seichtere vom *utriculus* abgetrennt, welche beide sich als niedrige Leisten auf der Innenfläche markiren. Ausserdem erscheinen auch bei den Fischen die zusammenstehenden Ampullen durch eine tiefe Incisur an der Oberfläche von einander getrennt. Der Boden der verticalen Ampullen hat in der Mitte eine tiefere, nach den Seitenflächen sich verflachende, quere Einziehung, während dieselbe an der horizontalen flachen und nur an der oberen Seitenwand wie bei den anderen Wirbelthieren auftritt. Die zusammenstehenden Ampullen sitzen fast unmittelbar dem *recessus utriculi* auf, dagegen verbindet sich die alleinstehende, wie erwähnt, durch eine kurze nach abwärts convexe Röhre, die auch den anderen Wirbelthieren nicht fehlt und, wie wir gesehen haben, hinten in den eigentlichen *utriculus* mündet. Die beiden zusammenstehenden Ampullen münden zunächst in eine gemeinschaftliche, ausserordentlich kurze, aber weite Röhre, die auch bei den anderen Classen vorhanden, und die oben am längsten durch eine rings herumgehende, oben flachere, unten tiefere Incisur, der eine Leiste in dem Lumen entspricht, von dem *recessus utriculi*, in den sie mündet, abgesetzt ist. Die Oeffnung findet sich oben vorne. An dem Boden der verticalen und an den anstossenden Theilen der Seitenflächen, an der horizontalen, hauptsächlich an der oberen Seitenwand, nur wenig am Boden durchschimmernd, der queren Einziehung entsprechend, sieht man eine Leiste, die *crista acustica*, und am Ende derselben, an beiden Seitenwänden der verticalen, an der oberen der horizontalen Ampulle bemerkt man einen dunklen, hufeisenförmig gekrümmten Fleck, das *planum semilunatum*, und über die Mitte der Höhe des Dachs verlaufend die Fortsetzung der *raphe* der Bogengänge, die sich gegen das Utricularende der Ampullen hin verliert. Die Art des Herantretens der Nervenzweige ist dieselbe wie bei den höheren Wirbelthieren. Der *ramus vestibularis*, nach vorn und aussen verlaufend, tritt an die untere

Fläche des *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 4 *c*) nach vorne oben von dem Sack und theilt sich dann in Zweige, von denen der grösste Theil auf später zu beschreibende Weise an der Wand des *recessus utriculi* sich verliert, während zwei andere (Fig. 4 *b*, *e*) den *recessus* gleichsam umfassend, der eine nach oben, aussen und vorne zur Einziehung der sagittalen Ampulle (Fig. 2 *k*), der andere an der Aussenwand nach oben, aussen (Fig. 4 *b*) gegen den Boden der horizontalen Ampulle verläuft. Der erste Ast theilt sich in zwei symmetrische Zweige und einige feinere, zwischen denselben gelegene, mit denen er in die Einziehung tritt und gegen die Seitenflächen fächerartig ausstrahlt, während der letztere schlingenförmig über die Einziehung am Boden der horizontalen dünne Zweige abgebend gegen die Seitenwand verläuft, um sich hier ohne gröbere Theilung zu verlieren. Der Nerv für die frontale Ampulle (Fig. 2 *c*), aus dem Schneckenast stammend, kreuzt die Innenwand des Sacks und läuft nach hinten, oben, aussen gegen die Einziehung, etwas seitlich von der Mitte derselben wie auch bei anderen Thieren (Fig. 12 *a*) und verbreitet sich hier auf ähnliche Weise wie an der sagittalen. Er theilt sich ebenfalls in zwei seitliche, aber nicht ganz symmetrische und mittlere feine Zweigchen und ve liert sich an den Seitenwänden. Beiläufig erwähnen möchte ich noch, dass wie bei den übrigen Wirbelthieren, so auch bei den Fischen die horizontale Ampulle etwas gedrungener, kürzer, wie die beiden anderen erscheint.

Das Dach der Ampullen zeigt mit denen der höheren Wirbelthiere vollkommen übereinstimmende Verhältnisse, die auch hier wieder für die gleichen Entwicklungsvorgänge Zeugniss ablegen. Die dicke, elastische, wenig nachgiebige Wand nimmt von der Seitenfläche bis gegen die Mitte desselben immer mehr an Durchmesser zu (Fig. 8), von da jedoch einerseits gegen die Bogengänge, andererseits gegen den *utriculus* immer mehr ab. Die ganze Aussenfläche der Wand ist von dem gallertartigen Gewebe, welches sich ziemlich leicht von der Oberfläche abziehen lässt und zugleich von Gefässen umsponnen, die jedoch nicht bloss der Aussenwand auflagern, sondern auch, wie in den Bogengängen, als in die Substanz ausgegrabene (Fig. 8 *c*), von einem niedrigen Epithel bekleidete und im Wesentlichen der Längsaxe parallele Canälchen erscheinen. Wir haben es auch hier wieder mit der Spindelknorpelmasse (Fig. 8) der Bogengänge zu thun, deren Zellen ziemlich unregelmässig durch einander gelagert, im grossen Ganzen jedoch eine rings um die Ampulle verlaufende Richtung zeigen. Gegen den Binnenraum sehen wir auch hier, wie in den Bogengängen, eine feine Basalmembran auftreten und auf derselben als Fortsetzung des Epithels der Gänge (Fig. 8 *b*), seitlich von der Mitte des Dachs das einfache, niedrige, helle, unregelmässig polygonale, grosse Pflasterepithel mit dunklen, runden Kernen,

welches gegen die Mitte hin allmählig höher werdend, hier einem dunklen Zellstreifen Platz macht, der als *raphe* durchschimmert und sich auf die Concavität der Bogengänge fortsetzt. Es sind die niedrigen, cylindrischen Dachzellen (Fig. 8 *a*), die in der Mitte am höchsten, zuweilen auch gegen diese geneigt erscheinen. Sie sind rundlich, haben helles Protoplasma. Der rundliche Kern liegt im Grunde und füllt den Querschnitt der Zellen ganz aus. Mit Bezug auf den allmähligen Uebergang zu den Pflasterzellen gilt dasselbe, was von den Bogengängen galt. An der Mitte der Seitenwände der verticalen Ampullen und an der oberen der horizontalen, wo sich auch die Knorpelwand von den Bogengängen her verdickt, finden wir abermals eine Veränderung des Epithels (*planum semilunatum*) (Fig. 9 *b*), welches, wie wir gesehen, am Ende der *crista acustica* durch die Wand als dunkler Fleck schimmert. Das Pflasterepithel wird auch hier allmählig höher (Fig. 10 *a*), zu gleicher Zeit bleibt dasselbe nicht polygonal, sondern erscheint mit rundlichen Zellen (Fig. 9 *a*), und an dem Umfange des Endes der Gehörleiste haben wir dann ausserordentlich hohe, glashelle, wenig granulirte Cylinder, deren Kerne sich aus dem Grunde erheben, rundlich oder oval erscheinen und oftmals, namentlich an den längsten Zellen in der Mitte derselben sich befinden. Zwischen diesen finden wir keine anderen Elemente, wie z. B. bei den Schildkröten und den Vögeln. Die Spindelzellen des Knorpels erscheinen dichter zusammengedrängt, die Intercellularsubstanz demnach weniger ausgedehnt. Zugleich bekommen die Zellen oft ein rundliches Aussehen. Der Boden der Ampulle, der sich mit Bezug auf seine Wand durch keine besonders charakterischen Merkmale auszeichnet, zeigt dagegen eine Modification der Epithelbekleidung, die uns bei den Vögeln und in etwas anderer Form auch bei den Fröschen eingehender beschäftigte, und auf die zuerst M. Schultze besonders aufmerksam gemacht und die er gut beschrieben. Es sind seine Pigmentzellen mit sternförmigem Querschnitt, meine flaschenförmigen Pigmentzellen, die hier ähnlich wie bei den Vögeln sowohl im Bogengange, als im Utriculartheil der Ampulle auftreten, während sie sich bei den Fröschen nur als etwas dunkler granulirte, gelbliche, pigmentirte Pflasterzellen zu einem rundlichen Flecke anhäufen. Sie liegen vereinzelt oder zu mannigfach gestalteten, dunklen Gruppen vereinigt zwischen den etwas höher gewordenen hellen, polygonalen Pflasterzellen (Fig. 13) eingesprengt. Sie haben die allerverschiedenste Grösse und namentlich dann, wenn sie allein stehen, erscheinen sie eckig mit langen Ausläufern. Die Zellgruppen hängen oft unter einander zusammen, wie es auch Hartmann zeichnet, und umschliessen somit Inseln der Pflasterzellen. Die einzelnen Zellen sind ausserordentlich dunkel granulirt, gelblich und in der Mitte (Fig. 22 *A B C*) flaschenförmig ausgebaucht.

Der rundliche Kern derselben liegt gewöhnlich nicht im Grunde der Zellen, sondern erscheint mehr in der Mitte derselben. Natürlich werden wegen der Flaschenform die zwischen ihnen gelegenen Pflasterzellen (Fig. 22 *Aa*) in ihren protoplasmatischen Körpern an der entsprechenden Stelle eingezogen erscheinen. So gross wie M. SCHULTZE dieselben von den Plagiostomen zeichnet, habe ich sie bei den von mir untersuchten Thieren nicht gesehen. Möglich, dass HARTMANN Recht hat, dass diese grossen Zellen mit sternförmigem Querschnitte sich in Zellgruppen auflösen lassen, wodurch dann eine grössere Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei den Teleostiern zu Wege gebracht würde.

Die *crista acustica*, deren erste, eingehendere und fruchtbringende, namentlich histologische Beschreibung wir vor allem den ausgezeichneten Untersuchungen M. SCHULTZE's [1]) verdanken, dessen Aufstellungen durch meine Untersuchungen, wenn auch modificirt, doch nicht so umgestaltet erscheinen, dass sich nicht ein Anklang herausfinden liesse, der Hoffnung gibt, dass bei erneuerter Untersuchung sich eine völlige Uebereinstimmung erzielen lassen wird, erscheint, worauf schon die verschiedenen Verhältnisse der herantretenden Nervenäste und das Aussehen der durchschimmernden Theile hindeuteten, wie bei den anderen Wirbelthieren verschieden in der verticalen und in der horizontalen Ampulle. Die Gehörleiste erscheint im Wesentlichen in derselben Form wie bei den Fröschen, den Schildkröten, den Säugern und den Menschen, ohne die mittleren seitlichen Ausläufer wie bei Eidechsen und Vögeln, die derselben eine Kreuzgestalt geben, und zwar symmetrisch mit Bezug auf die Medianebene der Ampullen in den verticalen, asymmetrisch mit Bezug auf dieselbe in der horizontalen. Bei den verticalen (Fig. 11) erscheint sie in der Mitte des Bodens am höchsten und dacht sich von da an nach beiden Seiten allmählig ab, steigt ein wenig an den Seitenwänden empor und verliert sich etwas verbreitert und abgerundet endend in der Wand, umgeben von der Zellmasse des *planum semilunatum*. Sie geht nicht höher an der einen Seitenwand, als an der anderen empor. In der horizontalen erscheint dieselbe zungenförmig, erhebt sich am Boden am höchsten und erscheint schmal an der oberen Seitenwand, an der sie hoch emporsteigt, während sie dagegen nur bis zur Grenze der unteren sich erstreckt. Sie verflacht sich und endet breit, abgerundet. Ihre Erhebung entspricht den tiefsten Stellen der queren Einziehung, in die der Nerv hineintritt, und diese finden sich ja auch an der Mitte des Bodens der Ampullen und verschwinden nach den Seiten hin allmählig. Bei keinem höheren Thiere

[1]) l. c.

erscheint die *crista* so hoch und im Ganzen auf dem Querschnitte so schmal, wie bei den Fischen (Fig. 13). Sie füllt in der Mitte an der Stelle der höchsten Erhebung mindestens zwei Drittel der Höhe des Binnenraums aus, liegt also dem Dache ausserordentlich nahe, und das gilt namentlich für die verticalen, während die Höhe der horizontalen lange nicht so beträchtlich erscheint. Die gegen den Boden hin abfallenden Wände der Gehörleiste stehen senkrecht (Fig. 13), so dass die *crista* eigentlich überall den gleichen Durchmesser besitzen sollte, allein das ist doch nicht ganz der Fall. Unterhalb des oberen stark abgerundeten Kamms, entweder nahe unterhalb desselben, oder mehr dem Boden genähert (ich habe dafür keine bestimmte Regel auffinden können, obgleich ersteres Verhalten überwiegend), buchtet sich die Masse der Leiste wulstartig vor (Fig. 12 *c*), so dass bei der Flächenbetrachtung zu beiden Seiten des als dunkler Streifen (Fig. 12 *b*) sich darstellenden Kamms Ausbiegungen sich finden, die in der Mitte am stärksten ausgeprägt, nach den Seitenwandungen der Ampullen hin allmählig verschwinden. An der Basis des gewölbten Endes der Leiste findet sich constant eine Einziehung (Fig. 4 *d*), eine Furche, eine Art Falz, wie SCHULTZE sich ausdrückt, in den sich das Epithel des Kammes, das Nervenepithel hineinlegt. Ich habe ihn bei den Teleostiern nie vermisst, und so scheint er also ein gemeinsames Charakteristicum für die beiden grossen Abtheilungen der Fische zu sein, und wird auch wohl den Ganoiden nicht fehlen.

Die Spindelknorpelmasse der *crista* (Fig. 13, 14, 16) zeigt mit Bezug auf die Zellen eine etwas andere Anordnung wie in den übrigen Theilen der Ampullen. Auf dem Querschnitte zeigt sich oft eine feine, von den Seiten gegen das Centrum hin gehende Streifung, die aber nicht der Ausdruck einer Faserung der *crista* ist, sondern von der Stellung der Spindelzellen in parallelen, über einander liegenden Reihen herrührt, und somit fällt im Allgemeinen die Längsaxe der Zellen mit ihren Ausläufern mit den Queraxen der Gehörleiste zusammen. Die Oberfläche, die auch hier mit der cuticularen Basalmembran, der HARTMANN, wie es richtig, einen Durchmesser von 0,004^{mm} zuschreibt, versehen ist, erscheint oft etwas zerklüftet, wie mit Warzen besetzt. Es finden sich nicht bloss an den Seitenwandungen, sondern auch auf der Höhe des Kamms regellose Erhebungen und Vertiefungen, allein ich möchte mich diesmal nicht entscheiden, ob, wie ich allerdings glaube, dieses Aussehen ein natürliches oder durch Anwendung erhärtender Reagentien hervorgebracht ist. Die basalen Enden der Epithelien schmiegen sich diesen Erhebungen und Vertiefungen genau an. Die ganze Masse der Knorpelleiste ist von einer ausserordentlich grossen Zahl von Gefässen (Fig. 14 *e*, Fig. 16 *b*) durchsetzt, die namentlich

(Fig. 13, Fig. 14) gegen den abgerundeten Kamm hin an Zahl zunehmen, und an dem unteren Theile der *crista* fast ausschliesslich zu beiden Seiten der Mitte in der Länge derselben verlaufen. Gegen den Kamm hin steigen sie oftmals senkrecht in die Höhe, bilden einen Plexus und verbinden sich reichlich mit einander durch über die Mitte hinübergehende Anastomosen, die in den Fusstheilen der Leiste nur sparsam vorhanden. Immerhin herrscht auch hier die Längsrichtung der Gefässe vor. Die Mitte der Leiste wird durch senkrecht aufsteigende Nervenfasern durchsetzt, die, in den verticalen zu zwei Hauptzweigen gruppirt, gegen die Seitenwand sich begeben und dort allmählig am Ende der *crista* verschwinden. Dies geschieht bei diesen sowohl wie bei dem ungetheilten Aste der horizontalen Ampulle durch allmählige Abgabe senkrecht in der Leiste emporsteigender Fasergruppen (Fig. 11 *a*). Diese ziehen im Wesentlichen einander parallel gegen den Kamm empor, und dicht unter dem Basalsaume desselben lösen sie sich in ihre einzelnen Fasern auf (Fig. 13, Fig. 14). Es kommt nicht zu einer eigentlichen Plexusbildung, sondern der ursprüngliche, senkrechte Verlauf bleibt im Wesentlichen bei; jedenfalls ist eine weitmaschige Plexusbildung eine grosse Seltenheit. Während des Verlaufs durch die Leiste erscheinen die einzelnen Faserbündel, namentlich gegen die Seitenwände hin wellig gebogen. Sie bestehen aus dicken, doppelt contourirten Fasern, die zuweilen, aber nicht immer, wie HARTMANN annimmt, unter dem Basalsaume des Kammes haken- oder schlingenförmig umbiegen, um dann wieder aufzusteigen. Sie sind gegenüber den Gehörleisten anderer Thiere, abgesehen von ihrem Caliber, welches schon bei den Fröschen ein Beträchtliches war, sparsam, was aber das Auffallendste, nur selten verlieren sie, was bei den höheren Thieren regelmässig der Fall war, unter dem Basalsaume ihre Markscheide und durchbrechen dann als von einer zarten Fortsetzung der äusseren Nervenscheide bekleidete Axencylinder den Saum, um ins Epithel zu treten. Gewöhnlich (Fig. 16 *a*) behalten sie ihr doppelt contourirtes Aussehen und durchbohren als markhaltige Fasern den Saum, um dann sich im Epithel auszubreiten. Die Anschauung von der Regelmässigkeit dieses bei keinem höheren Wirbelthiere von mir beobachteten und namentlich für die Entwicklungsgeschichte der Nerven interessanten Verhaltens verdanke ich vor allem der ausgedehnten Anwendung der Osmiumsäure in $^1/_4$, $^1/_2$ und selbst 1—2 % Lösung, und die Abbildungen von M. SCHULTZE erwecken in mir die Hoffnung, dass dieses Reagens auch bei den *Plagiostomen* ähnliche Verhältnisse zu Tage fördern wird. So viel ist aber sicher, dass eine Schlingenendigung, die ich schon bei meinen früheren Untersuchungen über den Gehörapparat anderer Thiere als unwahrscheinlich hinstellte, in dem Sinne von HARTMANN bei keinem Fische

vorhanden ist, und ich glaube, dass alle Argumente, die er gegen M. Schultze ins Feld führt, nicht stichhaltig sind, besonders, da ich meine Präparate auf das Sorgfältigste geschützt und dann stets solche Bilder bekommen habe, welche sich nur im Sinne der Durchbohrung erklären lassen. Es wäre auch vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus wunderbar, wenn es sich anders verhielte und eine Schlingenbildung, um nicht zu sagen Schlingenendigung, des Nerven vorkäme, der bei allen anderen Thieren ins Epithel hineintritt.

Das Epithel am Abhange der Leiste ist eine einfache Fortsetzung desjenigen, welches sich am Boden findet, und welches sich durch die zwei Zellformen der Pflasterzellen und der flaschenförmigen Pigmentzellen charakterisirte (Fig. 13 *c*, Fig. 14 *f*). Dieselben erscheinen hier jedoch etwas höher und sind somit mehr als niedrige Cylinderzellen, denn als Pflasterzellen anzusehen. Gegen die Basis des abgerundeten Kammes nimmt es nicht wie bei den höheren Wirbelthieren an Höhe zu, im Gegentheil oftmals erfährt es an dieser Stelle eine geringe Abnahme. Die flaschenförmigen Pigmentzellen haben auch hier die allermannigfaltigsten Formen, sind aber an ihrem freien Ende immer abgerundet, und auf dem Querschnitte gelingt es oft nur schwer, zwischen ihnen die hellen Zellen zu entdecken, die an Stellen zu einem feinen Faden eingeschnürt werden. Die Pigmentzellen stehen an der Leiste nicht so häufig in Gruppen beisammen, wie am Boden der Ampulle, zeigen aber trotz aller Formverschiedenheit darin eine Uebereinstimmung, dass ihr runder, dunkler Kern nicht im Grunde der Zelle am basalen Ende derselben, welches sich den mannigfaltig gestalteten Erhebungen und Vertiefungen anschmiegt, liegt, sondern entweder in der Mitte, oder auch wandständig in der bauchigen Auftreibung der Flasche. Aus den hellen, zwischenliegenden Zellen, die ebenfalls am freien Ende etwas abgerundet erscheinen, tritt hier wie am Boden der Ampulle oft bei weniger gut conservirten, namentlich Alkoholpräparaten ein kleines Eiweisskügelchen über die Oberfläche (Fig. 22 *AC*).

Was nun das Epithel des Endes der *crista acustica*, des Kamms derselben betrifft, über dessen Bereich an der Seitenwand die Nerven sich niemals hinausbegeben, so bin ich auch hier wieder erst nach Anwendung der Osmiumsäure zu einem klaren Verständnisse der einschlägigen Verhältnisse gelangt, und auch da erst durch successive Betrachtung einzelner Theile. Ich kann wohl behaupten, dass ich bei keiner Thierclasse mit solchen Schwierigkeiten in der Erkenntniss dieser wichtigen Elemente zu kämpfen gehabt habe, wie bei den Fischen, und das hängt einmal von der ausserordentlichen Vergänglichkeit und Zartheit der wichtigsten Gebilde, vor allen Dingen der Stäbchenzellen mit ihren Haaren ab, dann aber, und vor allem von der Höhe des

gesammten Epithels, welches nur nach langem Abmühen gestattet, die Theile klar und deutlich im Zusammenhange und in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen. Je höher das Epithel, je zarter und vergänglicher die constituirenden Bestandtheile, desto grössere Schwierigkeiten begreiflicherweise bei der Anfertigung hinlänglich feiner Schnitte. Diese freilich bringen dann die Ueberzeugung, dass wir es auch bei den Fischen, wenn auch mit Modificationen in der Form, ausschliesslich mit zwei Zellformen, wie bei den höheren Thieren, mit den haartragenden Stäbchenzellen und den dieselben umgebenden, indifferenten Zahnzellen zu thun haben, von denen erstere den Cylinderzellen SCHULTZE's, letztere den Basalzellen desselben Autors entsprechen. Es bleiben jetzt freilich die Fadenzellen übrig, allein, wie ich später nachzuweisen versuchen werde, gehören diese den Basalzellen als obere Enden derselben an, und ich glaube, dass M. SCHULTZE nur zu der von ihm statuirten Scheidung dreier Zellformen dadurch gelangt ist, dass es ihm nicht gelungen, vollkommen klare Schnitte durch das Epithel im Zusammenhange zu bekommen, und genöthigt gewesen ist, durch eine successive Betrachtung und Zerlegung der einzelnen Elemente dem Zusammenhange auf die Spur zu kommen, wie es auch mit mir der Fall war, bevor ich die Osmiumsäure in ausgedehnterem Maasse in Anwendung brachte.

Wir finden also, dass auch bei den Fischen keine anderen Elemente das Nervenepithel constituiren, als bei den höheren Wirbelthieren. Schon ein minder dünner Querschnitt (Fig. 13 *b*, Fig. 14, Fig. 15 *c*) lässt dieses Verhältniss ahnen, indem wir nämlich an demselben zwei Kernreihen auftreten sehen, die eine am Basalsaume des Knorpels, die andere höher oben in der Mitte des Gesammtepithels, das Ganze überragt von einem dichten Walde zarter, langer Härchen (Fig. 11 *c*, Fig. 13 *a*, Fig. 14 *b*), die unendlich spitz auslaufen und meistens leicht geschlängelt sind. Dünnere Schnitte zeigen dann aber, namentlich wenn sie Präparaten aus Alkohol oder MÜLLER'scher Flüssigkeit entnommen sind, die dem Basalsaum aufsitzende Kernreihe verändert, durch einander geworfen (Fig. 15) und über einander gethürmt, so dass es aussieht, als habe man es mit einem mehrschichtigen Epithel zu thun, und als zeige sich zwischen den beiden Kernreihen noch eine dritte, zu den zwischengelagerten Kernen gehörende Zellschicht. Das ist aber gewiss nicht der Fall, und schon die Betrachtung des Epithels von der Fläche, welches genau das Bild darbietet, wie man es in M. SCHULTZE's Fig. 14 sieht, zeigt selbst bei tiefer Einstellung immer nur zwei Zellformen, nie mehr. Es sind grössere, runde Zellen mit einem stark lichtbrechenden, bald in der Mitte, bald mehr excentrisch gelagerten Pünktchen, das nur bei hoher Einstellung zu Gesicht kommt, umgeben von kleinen, lichteren Kreisen, die bei tieferer Einstellung etwas an Durchmesser

zunehmen. Erstere sind die Stäbchen-, letztere die Zahnzellen. Die Zahnzellen (Fig. 17 *c*) sind gewaltig lange Gebilde, während die Masse der Stäbchenzellen nicht wesentlich von den bei den höheren Wirbelthieren gefundenen abweichen. Erstere sitzen mit ihrem basalen Ende der Cuticula des Knorpels unmittelbar auf (Fig. 16 *f*), und zeigen in ihrem Grunde einen dunklen, ovalen Kern, dessen längste Axe mit der Längsaxe der Zelle zusammenfällt. Diese bilden dann (Fig. 16 *f*) am Basalsaume eine continuirliche Reihe. Man sieht jedoch nicht selten, dass sich der Kern (Fig. 17) einer oder der anderen Zelle aus dem Grunde erhebt und über das Niveau der übrigen hinüberragt; dann erscheint das Protoplasma der Zellbasis durch die benachbarten etwas eingeschnürt, so dass in der Kernreihe keine wesentliche Lücke entsteht und das Bild einer Zellschichtung zu Tage tritt. Gleich oberhalb des Kerns verdünnt sich die Protoplasmamasse, wie es auch Schultze von seinen Basalzellen zeichnet, und sie wird zu bald etwas dickeren, bald dünneren Fäden, die sich schlängeln, hin und wieder kurze Fortsätze ausschicken, die sich dann unter einander verbinden. Die Protoplasmafäden der einzelnen Zahnzellen oberhalb der Kerne verstricken sich gleichsam und bilden ein protoplasmatisches Maschennetz (Fig. 16 *e*, Fig. 17 *a*), dessen Lücken die mannigfaltigsten Formen und Grösse besitzen, immer aber mehr oder weniger rundlich erscheinen. Es bilden sich zwei oder drei, selten mehr Lückensysteme über einander. Es ist ein Bild, das ich am besten dem des Radialfasersystem der inneren Körnerschicht der *retina* vergleichen kann. Aus diesem protoplasmatischen Maschennetze entwickeln sich dann wieder senkrecht aufsteigende Fortsätze, und diese begeben sich zwischen die Stäbchenzellen und enden abgerundet und etwas keulenförmig verdickt, wie bei den Schildkröten, und repräsentiren von der Fläche gesehen die kleinen Zellen, welche die grossen umgeben. Die Maschenräume des protoplasmatischen Netzes erscheinen namentlich an feinen Schnitten durch Alkoholpräparate oft ungemein ausgedehnt, allein aus diesem Verhalten darf man nicht auf das natürliche schliessen. Die Maschen stellen sich da viel feiner heraus. Freilich erscheinen sie oberhalb der Zahnzellenkerne immer weiter als gerade unterhalb der Stäbchenzellen. Interessant ist dieses Verhalten vor allem auch deswegen gewesen, weil dadurch eine Beobachtung Lang's [1]) wieder in ihr Recht eingesetzt wird, mit der ich, wie aus meiner Arbeit »Die *cupula terminalis* der *Cyprinoiden*« erhellt, nichts anzufangen wusste. Die Beobachtung der Hohlräume in der Dicke des Epithels ist richtig, und wenn er dieselben sehr ausgedehnt zeichnet, so ist das wohl, wie eben erwähnt, auf Rechnung der angewandten

1) l. c.

Conservirungsflüssigkeit zu setzen, und es ist ein unzweifelhaftes Verdienst LANG's, zuerst Andeutungen des hier beschriebenen protoplasmatischen Netzwerks und dessen Maschenräume gesehen zu haben, ein Befund, der meiner Meinung nach, namentlich mit Bezug auf die allgemeine Anatomie der Sinnesorgane von hohem Interesse. Meine Vermuthung also, dass er sich durch durchscheinende Gefässdurchschnitte oder dergleichen habe täuschen lassen, ist demnach ungerechtfertigt, und es freut mich sehr, dies hier aussprechen zu können, da somit in der Anschauung über das Verhalten wichtiger Gebilde des Gehörapparates zwischen LANG und mir Uebereinstimmung herrscht. Wegen dieser feinen Fäden trennt sich der obere Theil des Nervenepithels leicht von dem unteren, und selbst an guten Durchschnittspräparaten ist es nicht leicht den Körper der einzelnen Zelle durch das Netzwerk hindurch bis zwischen die Stäbchenzellen zu verfolgen; immerhin ist mir dieser Nachweis gelungen. Die Stäbchenzellen (Fig. 16 *d*, Fig. 17 *b*) haben die bekannte schlanke Flaschenform und nur an mit schwacher Osmiumsäurelösung behandelten Präparaten (Fig. 16 *d*) eine plumpere Cylindergestalt. Der Bauch der Flasche, der den runden Kern mit seinem kleinen Kernkörperchen oberhalb des protoplasmatischen Netzwerks im unteren Theile der Zelle enthält, spitzt sich nach unten hin oft in ein feines, zuweilen Varicositäten zeigendes Fädchen zu. Oberhalb des Kerns verdünnt sich die Zelle zu einem schlanken Cylinder, der an der freien Oberfläche einen feinen, hellen Basalsaum von der bei den Vögeln angegebenen Dicke besitzt, aus dem sich dann mit breiter Basis kegelförmig erhebend ein spitz auslaufendes, geschlängeltes Haar entwickelt, welches auf der Flächenansicht im optischen Querschnitt als stark lichtbrechendes Pünktchen erscheint und ausserordentlich leicht Modificationen unterworfen ist. Ich habe es an den Leisten oft fehlen sehen, oder es war zu einer kleinen Eiweisskugel oberhalb des Nervenepithels reducirt, oder auch die Spitze war abgebrochen. Selten stellte es sich in seiner ganzen Länge dar.

Dies das Verhalten des Epithels. Was nun die doppelt contourirten Fasern (Fig. 16 *c*) innerhalb desselben betrifft, so ist gerade deren Verhalten das Bedingende des protoplasmatischen Netzwerks, welches auch den höheren Wirbelthieren nicht fehlt, wenn es auch wegen der Feinheit der Fasern der Nerven nicht so prägnant ausgebildet ist. Die sparsamen, doppelt contourirten Fasern (Fig. 16 *a*) treten dicht zusammengedrängt in der Mitte der Höhe der Leiste durch die Basalmembran und verlaufen bis oberhalb der Kerne der Zahnzellen senkrecht, dann trennen sie sich aber mehr und mehr von einander, ohne ihr dunkel contourirtes Aussehen einzubüssen und ohne an Caliber abzunehmen. Sie treten in die Lücken des protoplasmatischen

Netzwerks, werden also gleichsam von den Zahnzellen umsponnen und von einander isolirt, die einen tiefer gegen die Kerne der Zahnzellen, die anderen höher unterhalb des Niveaus der Stäbchenzellen. Niemals sieht man eine dunkle Faser oberhalb des unteren Stäbchenzellenendes. Hier verlaufen sie oftmals auf weite Strecken innerhalb der Maschenräume, bald in dieser, bald in jener Richtung geschlängelt, vorzugsweise aber den Verlauf in der Länge der *crista* innehaltend, bilden einen intraepithelialen Plexus und theilen sich dann, indem sie sich mit Verlust ihrer Markscheide zu Axencylinder mit zarter Scheide umgewandelt haben, also blass werden, in feinste Nervenprimitivfibrillen. Diese Theilung und das Blasswerden findet aber oftmals schon bald nach dem Durchtritte durch den Basalsaum statt, indem dann die Faser senkrecht bis unter die Stäbchenzellen aufsteigt. Was aus diesen Primitivfibrillen wird, habe ich in der Gehörleiste nicht constatiren können, allein es ist mir wahrscheinlich, dass sie sich auf dieselbe Weise, wie an anderen Stellen des Gehörorgans und wie bei den anderen Wirbelthieren verhalten. Jedenfalls habe ich niemals eine Verbindung mit dem Protoplasma der Zahnzellen gesehen, aus dessen Lücken sie ausserordentlich leicht herausfallen,

Oberhalb dieses Nervenepithels befindet sich dann die *cupula terminalis* (Lang), die *membrana Corti s. tectoria* der Ampullen (Fig. 14 *a*, Fig. 15 *b*, Fig. 18), die ich im ersten Hefte von den *Cyprinoiden* ausführlich geschildert. Dieselbe kommt aber nicht bloss diesen Fischen zu, sondern bei gelegentlichen Schnitten an von mir zur Disposition gestellten Gehörorganen von *Gadus* und *Pleuronectes* hat Herr Ketel dieselbe in unzweifelhaften Spuren auch bei diesen Fischen nachzuweisen vermocht, und es ist nach diesem die Vermuthung gewiss nicht zu kühn, dass alle Fische eine solche besitzen, gerade so wie sie den Vögeln und Schildkröten und wahrscheinlich auch den Fröschen zukommt. Was ich in dem Aufatze über die *cupula terminalis* der *Cyprinoiden* über dieses Gebilde gesagt, davon habe ich nichts hinwegzunehmen, noch hinzuzusetzen, und ich denke, das Verhalten wird klar aus den Abbildungen hervorgehen, die ich dieser Abhandlung folgen lasse. Sie hält sich genau an den Bereich des Nervenepithels (Fig. 14 *a*) und zeigt an ihrer anliegenden Fläche genau die Form des Kammes der *crista* (Fig. 18). Es ist unbedingt die zarteste und am schwersten in situ zu studirende von allen *membranae tectoriae*, die wir im Gehörorgane besitzen. Die Abbildungen können zugleich, wie schon in den anderen Abhandlungen erwähnt, zur Illustration des Verhaltens derselben bei den Vögeln und Schildkröten dienen. Diese Schilderung des Bogenapparates gilt gemeinsam für *Perca* und für *Cyprinus*. Bevor ich mich nun zur Beschreibung des *utriculus* wende, möchte ich noch

eines Befundes von F. E. SCHULZE[1]) gedenken, den er an Embryonen von *Gobius* gemacht. Er will an diesen Thieren eine direkte Verbindung zwischen den Nerven und den Hörhaaren gesehen haben. Wie wenig dieser Befund sich an meine Beobachtungen anreihen lässt, leuchtet ein. Eine solche direkte Verbindung habe ich nirgends, bei keinem Thiere gesehen, wenn mir auch das Heranragen des Nerven bis an die Basis des Härchens nicht unwahrscheinlich, wie ich später näher ausführen werde, allein ich gebe zu bedenken, wie ausserordentlich schwierig es ist, selbst an Embryonen und lebenden durchsichtigen Präparaten bei der unendlichen Feinheit der Nervenprimitivfibrillen innerhalb einer Fülle complicirter Zellformen bei Flächenbetrachtung zu einer Klarheit über den Nervenzusammenhang zu kommen, und somit muss ich diese Ansicht zunächst unvermittelt bestehen lassen, bis es mir gelingt, an entsprechenden Objekten die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der SCHULZE'schen Ansicht nachzuweisen. Vor allem wird es dann noch stärkerer Vergrösserungen bedürfen, als er angewandt, um zu constatiren, ob das von ihm abgebildete Verhalten der Zellen des Nervenepithels bei *Perca* vollkommen zutreffend.

Der *utriculus*, zu dessen Schilderung ich mich jetzt wende, zeigt bei *Perca* und *Cyprinus* in die Augen fallende Formverschiedenheiten und zwar mit Bezug auf den *recessus utriculi* und die Communication mit dem Sacke. Dass der eigentliche *utriculus*, der bei *Cyprinus* kürzer, bei *Perca* dagegen länger erscheint, im *cavum vestibuli* gelegen, von oben, vorne nach unten, hinten sich erstreckt, habe ich schon erwähnt. Es ist eine dünnhäutige, cylindrische Röhre, in die von hinten her die nach unten gebogene, kurze Röhre der alleinstehenden Ampulle mündet (Fig. 1, 2, 3), deren Spindelknorpelwand mit demselben Epithel, wie der Boden der Ampullen zur Seite der *crista acustica* bekleidet ist, während von oben her, am hinteren Ende die Commissur der Bogengänge mündet (Fig. 2 *a*) und nach unten hin derselben gegenüber die Einmündung in den Sack sich findet. Diese Einmündung am hinteren Ende des Bodens des *utriculus* repräsentirt bei *Cyprinus* eine tiefere (Fig. 44 *a*), bei *Perca* flachere, trichterförmige Einziehung, deren Spitze bei letzterem Fische eine deutlich erkennbare, verhältnissmässig weite, runde Oeffnung repräsentirt, die direkt in den Sack mündet, während dieselbe bei ersterem zu einer cylindrischen, dickwandigen Röhre (Fig. 3 *k*, Fig. 43 *a*) ausgezogen ist, die von einem ausserordentlich feinen Canale durchsetzt ist (Fig. 44 *b*), der so fein, dass er sich nur mit dünnen Karlsbader Nadeln sondiren lässt, und dessen Existenz in Folge dessen LANG entgangen, der jede offene Verbindung zwischen

[1]) l. c.

sacculus und *utriculus* leugnet. Gegenüber dem unter den zusammenstehenden Ampullen gelegenen *recessus utriculi* (Fig. 2 *h*, Fig. 3 *i*) ist der eigentliche *utriculus* durch eine seichte Einschnürung, die sich als niedrige Leiste auf der Innenfläche markirt, abgesetzt. Das Gewebe der Utricularwand ist dasselbe, wie in der Commissur der Bogengänge, ein aus dem Spindelknorpel allmählig hervorgegangenes, homogenes Bindegewebe mit sparsam eingestreuten, bald spindel-, bald sternförmigen, bald mehr rundlichen Zellelementen, welches gegen den Binnenraum hin eine feine Basalmembran zeigt und wie dort ein polygonales Pflasterepithel trägt, zwischen dessen helleren Zellen dunklere Zellgruppen, die den flaschenförmigen Pigmentzellen homolog, eingesprengt sind. An den hellen Zellen liess sich oft eine schon bei anderen Thieren beobachtete Eigenthümlichkeit erkennen. Bei der Isolation (Fig. 21 *B. a*) sieht man an den Winkeln der kleinen Polygone Spitzchen hervorragen, die zur Befestigung mit benachbarten Zellen beitragen. Ob es wirklich Fortsätze des Zellprotoplasma oder Theile der Kittsubstanz sind, vermag ich leider diesmal nicht zu entscheiden.

Der *recessus*, der bei *Cyprinus* (Fig. 31) beinahe gleich an der weiten Einmündung der Bogengangcommissur beginnt, bei *Perca* weiter von derselben entfernt (Fig. 2 *h*), ist bei jenem nach unten hin mächtig ausgebuchtet in Gestalt einer halbkugligen, grossen Blase, während sie bei dieser, wenn auch von derselben Form, dennoch weniger weit nach unten ragt, eine viel flachere Krümmung besitzt. Die stärkste Krümmung nach unten sieht zugleich nach vorne und innen. Oben, vorne und innen findet sich die weite Oeffnung der gemeinsamen Einmündung der zusammenstehenden Ampullen, die durch eine, namentlich aussen und vorne tiefere, hinten, innen flachere Furche abgesetzt erscheint, und ihr entspricht auf der Innenseite eine Leiste, die an der ersteren Stelle schärfer vorspringt als an letzterer. Das nach oben, hinten sehende Dach ist flach, der Boden tief schalenförmig ausgehöhlt. Ueber die Vorder- und Aussenwand (Fig. 4 *b*, *e*) verlaufen die Nervenäste zu den zusammenstehenden Ampullen, zwischen ihnen findet aber eine breite, fächerartige Nervenausstrahlung für die Wand des Sacks statt (Fig. 4 *c*). Die Fasern, aus dem *ramus vestibularis* kommend, sind zu feinen Bündelchen gruppirt, und die Ausstrahlung ausserordentlich zierlich. Die Wand des *recessus* ist dick, unnachgiebig, stärker am schalenförmigen Boden, als am Dache und geht allmählig in die dünne Wand des eigentlichen *utriculus* einerseits, andererseits gleichmässig in den Knorpel der Ampullen über. Die Dicke der Wand lässt nur mit Mühe die innerhalb des *recessus* gelegenen Theile erkennen, nur bei *Perca* und ähnlichen Formen, wo dieselbe dünner erscheint,

gelingt es, den Otolithen durchschimmern zu sehen. Die Hülle haftet auf der Aussenfläche des *recessus* etwas fester, wie an den Ampullen und den Bogengängen, die deshalb rauher, wie dort erscheint. Die Wand besteht aus dem bekannten Spindelknorpel (Fig. 23, 24), dessen Masse Gefässe durchziehen, die ausserordentlich reich dort auftreten, wo die Nerven sich ausbreiten. Die Nervenbündelchen (Fig. 23 *d*, 24 *k*) durchsetzen anfänglich schräg aufsteigend die Knorpelsubstanz und lösen sich dann in ihre einzelnen, dunkel contourirten Fasern auf (Fig. 28), und diese begeben sich senkrecht gegen die auch hier die Knorpelwand nach innen hin begrenzende Basalmembran. Der Zerfall der Bündel geht bald höher, bald tiefer in der Knorpelsubstanz vor sich, und die einzelnen Fasern steigen nur nicht in nahezu parallelem und geschlängeltem Verlaufe wie in der *crista* empor, sondern sie bilden, wenn auch nicht so ausgeprägt, wie bei den höheren Wirbelthieren, einen weitmaschigen Plexus, in dem die senkrechte Richtung der Fasern immer vorherrscht. Zuweilen biegen die dunklen Fasern dicht unter dem Basalsaume schlingenförmig um, um dann erst wieder aufzusteigen. Ebenso oft sah ich aber dieses Verhalten fehlen. Das Epithel des Utriculardachs erscheint einfach, pflasterförmig, polygonal. Oftmals lässt sich an ihnen eine wirtelförmige Anordnung nachweisen, die denselben Grund hat, wie bei anderen Wirbelthieren an der gleichen Stelle. Rundliche oder spindelförmige Zellen wechseln in bunter Reihenfolge (Fig. 26) mit polygonalen ab, deren näherer Beschreibung man besser Abbildungen substituirt, um so mehr, da dieselbe von verhältnissmässig geringem Interesse.

Gegen den Boden hin, namentlich gegen die Vorder- und Unterwand, ändert das Epithel seinen Charakter, es wird allmählig höher (Fig. 24 *a*); niedrige, runde Cylinderzellen treten auf, und zwischen diesen dann die flaschenförmigen Pigmentzellen in den allermannigfaltigsten Gruppen (Fig. 27 *b*) bis in die Nähe des rundlichen Flecks (Fig. 20 *b*) der *macula acustica*, wo das mit dunklen Zellen untermengte Epithel wieder hell erscheint, ähnlich wie ich es vom Sacke beschreiben werde. Die einzelnstehenden, flaschenförmigen Pigmentzellen (Fig. 27 *a*) zeigen von der Fläche betrachtet verschiedene Sternfiguren, und diese abwechselnd grösseren oder kleineren, dunklen, bald runden, bald eckigen Flecke, diese Sternfiguren der mannigfaltigsten Art mit den hellen, rundlichen oder polygonalen Zellen geben ein ausserordentlich schönes Mosaik, wie es nicht schöner am *planum semilunatum* der Schildkröten vorkommt. In der unmittelbarsten Umgebung der *macula acustica* gewinnen die Cylinderzellen eine bedeutende Höhe, und während weiter entfernt der Kern noch im Grunde der Zellen (Fig. 24 *a*) liegt, beginnt er hier, wie wir es so oft auch bei anderen

Thieren gesehen, allmählig sich zu erheben und die Mitte der Zelle einzunehmen (Fig. 25). Zu gleicher Zeit verändert sich auch die einfache Cylinderform der Zellkörper, namentlich an dem dem Basalsaume aufsitzenden Ende. Das sieht man schon recht häufig an den flaschenförmigen Pigmentzellen, die an diesem Ende wie gefranzt erscheinen. Selbst Zacken, die bald gröber, bald feiner sind, können auftreten. Noch prägnanter tritt das aber (Fig. 25) an den hohen Cylindern zu Tage. Der unterhalb des Kerns gelegene Theil der Zelle kann vollkommen fadenförmig mit wieder verdicktem basalen Ende erscheinen, oder der obere Theil des Zellkörpers verfeinert sich, oder es buchtet sich an der Stelle des Kerns die Zelle aus, und dieser kommt dann im Bauche excentrich zu liegen, oder das Protoplasma zeigt oberhalb des Kerns die Andeutung einer Theilung, oder es finden sogar Durchbohrungen des Protoplasma statt. Die gewöhnlichste Erscheinung ist die Ausfranzung am basalen Ende, die unendlich verschiedene Formen darbieten kann. Nicht selten sehen wir auch zwischen den Zellen, namentlich dort, wo sie am höchsten sind, also an der Peripherie der *macula* zwischen denjenigen, deren Kern in der Mitte liegt, Zellen auftreten, die wie an anderen Stellen des *recessus* ihren Kern im Grunde zeigen und ihre feinen, allmählig fadenförmig sich ausziehenden Protoplasmakörper zwischen die anderen emporschicken (Fig. 25). Es hat so oft den Anschein, als habe man es mit einem geschichteten Cylinderepithel zu thun, allein nur scheinbar. Die Lage ist trotz der Verschiedenheit in der Stellung des Kerns einfach. Das Epithel der runden (Fig. 20 *b*) oder länglichrunden *macula acustica* zeigt von der Fläche betrachtet dasselbe Aussehen, welches ich schon von den Ampullen geschildert. Grössere, dunklere Kreise mit den lichtbrechenden Pünktchen, umgeben von kleineren, lichteren, und der Querschnitt zeigt (Fig. 24, Fig. 23), dass auch in der *macula acustica* des *utriculus* nur Stäbchen und Zahnzellen, und zwar auf dieselbe Weise, wie auf der Gehörleiste, vorkommen. Das Epithel ist überragt (Fig. 24, Fig. 28 *d*) von kürzeren, leicht vergänglichen, spitz auslaufenden Härchen, die nur, wie auch ihr optischer Querschnitt bei der Flächenbetrachtung darthut, zu den Stäbchenzellen in Beziehung stehen. Die längsovalen Kerne der Zahnzellen liegen entweder in continuirlicher Reihe (Fig. 24) am Basalsaume, oder sie erheben sich etwas aus dem Grunde der Zelle und täuschen ein mehrschichtiges Epithel am Basalsaume vor, und oberhalb derselben bildet das Protoplasma auch hier wieder das reiche Netzwerk mit rundlichen Maschen (Fig. 23 *b*, Fig. 28 *g*), welches sich bis an die untere Grenze der Stäbchenzellen, bis unter das Niveau der Kernreihe derselben erstreckt, von dem aus dann die feinen (Fig. 23) cylindrischen Fädchen sich zwischen die Stäbchenzellen emporbegeben,

um mit einer knöpfchenförmigen Verdickung am freien Ende des Epithels zu enden. Die Stäbchenzellen (Fig. 28 *c* u. *f*) haben hier dieselbe Form, wie in den Ampullen, erscheinen nur zuweilen gedrungener, und das aus dem Verdickungssaume (Fig. 28 *e*) mit breiter Basis sich erhebende Haar (Fig. 28. *d*) erscheint dicker und kürzer, aber ebenfalls in eine feine Spitze auslaufend, gerade gestreckt. Im Uebrigen findet sich keine nennenswerthe Abweichung. In dieses Epithel begeben sich über die Kerne der Zahnzellen emporsteigend die dunkel contourirten Nervenfasern (Fig. 23, 28) und verlaufen entweder senkrecht aufsteigend oder im horizontalen Verlaufe auf weite Strecken im protoplasmatischen Netzwerke, wo dieselben auf dem Querschnitte als Kerne innerhalb desselben imponiren könnten (Fig. 23 *b*). Im ersteren Falle werden sie mit Verlust ihrer Markscheide (Fig. 28 *b*) schnell zu blassen, von einer feinen Fortsetzung der äusseren Nervenhülle umgebenen Axenfaser, und eine solche (Fig. 28 *b*) habe ich einmal an das untere Ende einer Stäbchenzelle bei *Cyprinus orfus* treten sehen. Die anderen werden oft erst in weiter Entfernung von der Durchtrittsstelle durch die Basalmembran blass und lösen sich dann in ihre Primitivfibrillen auf. Hier ist mir auch zum ersten Male unter den Wirbelthieren im Epithel eine einfache Theilung einer doppelt contourirten Faser vorgekommen (Fig. 28 *a*), die ich sonst nicht wieder gesehen. Die beiden doppelt contourirten Zweige verliefen horizontal in entgegengesetzter Richtung weiter. Die blassen Nervenfasern können also als solche an das untere Ende der Stäbchenzellen treten, oder sie theilen sich in ihre constituirenden Fibrillen, deren Ende mir nicht zu verfolgen gelang. Somit sehen wir ein Verhalten ähnlich dem, welches ich in den vorhergehenden Abhandlungen besprochen, und ich werde später auf die Consequenzen desselben näher zu sprechen kommen.

Das letzte Element, welches wir im *recessus utriculi* in Betracht zu ziehen haben, ist die Otolithenmasse mit den dazu gehörigen Theilen. Diese ist nicht ein Krystallbrei, sondern wie bekannt eine rundliche, zusammenhängende Kalkmasse, die einen strahlenförmigen, radiären Bau zeigt, in Formen, die schon oft von älteren Autoren beschrieben sind, und die auf der der *macula* zugewandten Fläche eine der Form derselben entsprechende Einziehung zeigt. Auf dieser Fläche findet man eine oft vom Otolithen leicht sich trennende und dem Nervenepithele aufliegende, glashelle Membran, eine *cuticula*, eine *membrana Corti*, gerade wie die *cupula* in den Ampullen, jedoch ohne Andeutung einer Streifung mit rundlichen Oeffnungen, die in blindgeschlossene, glockenförmige Räume hineinführen, welche die Gehörhärchen einzeln weit umfassen. Sie ist homolog dem anliegenden Theile der Otolithensackmembran höherer Thiere, allein ich habe sie immer selb-

ständig getroffen, und es gelang mir nie, eine vollständig um den Otolithen herumgehende *cuticula* nachzuweisen, wenn ich es auch für mehr als wahrscheinlich halte, dass zu einer bestimmten Entwicklungsperiode eine solche vorhanden und erst im späteren Stadium durch das Wachsthum des Otolithen der der *macula acustica* abgewandte Theil der Membran schwindet, indem sie allmählig, allmählig dünner wird, weil der Otolith sich nur gegen den freien Sackraum und nicht gegen die *macula* hin ausdehnen kann. Jedenfalls bedarf die Sache mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren ein näheres, entwicklungsgeschichtliches Studium. Was mir die so eben geäusserte Ansicht noch mehr plausibel macht, das werde ich bei der Schilderung der Otolithenmembran des Sacks und der Schnecke hervorheben.

Dies der Bau der wichtigsten Abtheilung des *utriculus*, und ich wende mich nun zu der Beschreibung des nächstfolgenden Theils, des Sacks oder des grossen Otolithensacks der Autoren. Da nun aber der Bau desselben und seines Appendix der Schnecke bei den *Cyprinoiden* wesentlich von dem bei *Perca, Gadus* und *Pleuronectes* abweicht, so will ich die Gebilde des Karpfen einer gesonderten Betrachtung unterwerfen und zunächst mit den einfachsten Formen der anderen Fische beginnen. Der Sack, dessen einer Theil, wie wir wissen, in der knöchernen Abtheilung der *cavitas vestibuli* eingeschlossen ist, und dessen Längsaxe von vorne, oben, aussen nach hinten, unten und innen geneigt ist, ist eiförmig (Fig. 1 *l*, Fig. 2 *g*), die Spitze nach oben, die Basis nach unten gekehrt und ragt mit ersterer über das vordere Ende des *recessus utriculi* hinaus, bis in das Niveau des Uebergangs der sagittalen Ampulle in ihren Bogengang, während er unter dem *utriculus* nach hinten bis unter die alleinstehende Ampulle (Fig. 1 *e*, Fig. 2 *b*) reicht. Die innere Wand erscheint derbe, unnachgiebig und zeigt bis zur Mitte ihrer Höhe die fächerförmige Ausstrahlung des den *sacculus* versorgenden Astes des *nervus cochlearis* (Fig. 2 *f*), der wie der Vestibularast eine ausserordentlich grosse Zahl bipolarer (Fig. 31) Ganglienzellen umschliesst, ohne dass diese sich zu einem eigenen, selbständigen *ganglion cochleare* sammeln. Die äussere Wand ist dagegen ausserordentlich dünn, durchscheinend (Fig. 1), macht bei der Herausnahme und bei dem Verschwinden der den Sack erfüllenden Flüssigkeit zarte, longitudinale Falten und lässt die im Binnenraume desselben gelagerten Theile, namentlich den grossen Otolithen, deutlich durchschimmern. An der Innenwand bemerkt man namentlich bei kleineren Fischen die in der Mitte befindliche, alsbald zu beschreibende, zungenförmige *macula acustica* (Fig. 29 *b*), zu der die Nervenfasern hinstrahlen, und ebenso, wenn auch nicht so distinkt, wie durch die Aussenwand den Otolithen. Der ganze Sack ist von aussen nach innen abgeplattet, die

feine Aussenmembran mehr gewölbt, wie die dickere Innenwand, und beide gehen oben und unten in einer scharfen Kante in einander über, welche oben nur an dem vorderen Ende eine Unterbrechung durch die Einmündung des *utriculus* erfährt, während hinten und etwas nach oben gewandt (Fig. 1 *k* und Fig. 2 *d*) die rundliche, ebenfalls weite Einmündung in die Schnecke sich findet. Diese wird durch eine rings herumgehende, bei *Perca* überall gleichmässige, niedere Leiste, die bei *Gadus* namentlich unten etwas höher erscheint, abgesetzt. Was die Hülle betrifft, in der ich ungleich dem *utriculus* und den Ampullen niemals Pigmentzellen angetroffen, so findet sich dieselbe auf der Innenwand noch als Umhüllung der Nerven, dagegen ist es mir nicht gelungen, eine solche auf der zarten Aussenwand nachzuweisen. Ihr Gewebe ist überhaupt an diesem Theile sparsam und der Sack lässt sich leicht von jedem Anhängsel befreien.

Die äussere, zarte Sackwand ist ausserordentlich feines, homogenes Bindegewebe mit spärlich eingestreuten, rundlichen und Ausläufer aussendenden Zellelementen, welches continuirlich aus der Knorpelsubstanz der Innenwand auf schon oft beschriebene Weise hervorgeht, auf der Aussenseite umstrickt von Gefässen und innen eine cuticulare Basalmembran tragend, auf der ein prächtiges, grosses, polygonales, niedriges, helles Pflasterepithel sitzt, dessen Zellcontouren als sehr zarte Linien hervortreten, und dessen rundliche Kerne dunkel im Grunde der Zellen erscheinen. Die Innenwand (Fig. 32, Fig. 36) besteht aus dem bekannten Spindelknorpel, der sich gegen die Mitte derselben allmählig verdickt, und dessen Masse von Gefässen durchsetzt ist, die desto reichlicher werden, je näher wir der *macula acustica* kommen, und die sich hier mit den schräge von oben hereintretenden Nervenbündelchen (Fig. 32 *b*) verflechten. Diese lösen sich im Knorpel in ihre einzelnen, markhaltigen, dunkel contourirten Fasern auf, welche ähnlich wie im *utriculus* einen nur wenig ausgebildeten Plexus bilden, in dem die Fasern leicht geschlängelt verlaufen, ihre gegen den Basalsaum senkrechte Richtung beibehalten und, dicht unter diesem angekommen, zuweilen wie im *recessus utriculi* umbiegen, um dann denselben gegen das Epithel hin zu durchbohren. An der Innenwand, und zwar der Mitte derselben entsprechend und mit der Längsaxe des Sacks parallel, jedoch das hintere Sechstel der Innenwand freilassend, sieht man eine dunkle, ziemlich gleichmässig breite, von wellig verlaufenden Contouren begrenzte, zungenförmige, gelbliche Epithelanhäufung, die *macula acustica* (Fig. 29 *b*), die sich ziemlich leicht von der Wand loslösen und für sich untersuchen lässt. Gegen die Peripherie derselben nimmt hier wie im *recessus utriculi* das pflasterförmige Epithel der zarten Aussenwand allmählig an Höhe zu, dagegen an Durchmesser ab und

wird anfänglich mehr unregelmässig polygonal, dann rundlich. Im oberen und unteren Theile der Innenwand ist dasselbe schon ein niedriges Cylinderepithel, bestehend aus hellen, rundlichen Zellen (Fig. 30 *b*), deren Kern, im Grunde befindlich, den Querschnitt der Zelle fast ganz ausfüllt, untermengt mit einzelnen sternförmigen, dunkler pigmentirten Zellen oder mannigfaltig gestalteten Gruppen von solchen (Fig. 30 *a*), wie im *utriculus*, und beide Zellformen zusammen nehmen gegen die Peripherie des Gehörflecks immer mehr an Länge zu, bis sie dann in unmittelbarster Nähe desselben von einer Zone gleichmässig heller, glasklarer Cylinderzellen abgelöst werden (Fig. 30 *c*), deren mannigfaltige Formen denen entsprechen, die ich ausführlich von derselben Stelle des *utriculus* geschildert, und die oftmals ein geschichtetes Cylinderepithel vortäuschen können. Von der Fläche betrachtet, stellen sie sich als ein einfaches, helles Mosaik gleichmässiger, kleiner Kreise dar.

Das Epithel der *macula acustica* zeigt bei der Flächenansicht dasselbe Bild (Fig. 35), wie ich es aus den Ampullen und dem *recessus utriculi* beschrieben, und auch der Querschnitt (Fig. 32 *a*, Fig. 36) thut dar, dass dasselbe dieselben constituirenden Bestandtheile, Stäbchen und Zahnzellen, wie die *macula utriculi*, und in derselben Form wie diese, hat (Fig. 37). Auch hier finden wir das protoplasmatische Netzwerk (Fig. 36 *c*) zwischen der Kernreihe der Stäbchen und der Zahnzellen. Besser aber wie in dem *utriculus* ist es mir hier gelungen, das Herantreten der Nerven an das untere zugespitzte Ende der haartragenden Stäbchenzellen nachzuweisen (Fig. 36 *a*). Die Nerven treten als doppelt contourirte, oft sehr dicke Fasern oberhalb der Kerne der Zahnzellen in das protoplasmatische Netzwerk, verlaufen dann hier entweder senkrecht, oder in horizontaler Richtung auf weite Strecken, um dann erst mit Verlust der Markscheide blass zu werden und in ihre Primitivfasern zu zerfallen. An einer senkrecht aufsteigenden, ausserordentlich dicken Faser (Fig. 36 *a*) sah ich im protoplasmatischen Netzwerke der Zahnzellen ein Bild, wie es auch M. Schultze zeichnet, den plötzlichen Zerfall der dunklen Faser in eine Menge dickerer oder dünnerer, die büschelförmig ausstrahlten, von denen ich zwei, die gleich ihre Markscheide verloren, an das untere Ende zweier Stäbchenzellen treten sah, während die übrigen wahrscheinlich horizontal nach verschiedenen Seiten auf weite Strecken weiter verliefen. Ich konnte dieselben auf dem Querschnitt nur umgebogen beobachten. Auffallend erscheint auch hier, namentlich bei Einwirkung schwacher Osmiumsäurelösungen, auch dann, wenn der Zutritt der Flüssigkeit etwas erschwert war, dass die Stäbchenzellen eine viel plumpere Cylindergestalt annehmen, als ihnen

unter anderen Umständen zukommt. Die kurzen Haare verschwinden auch hier ausserordentlich leicht.

Was den Otolithen betrifft, der die ganze Länge und Höhe des Sacks ausfüllt, so ist die Form desselben von der Form des *sacculus* abhängig. Er ist platt und zeigt sich auf der oberen Kante gerippt, nach aussen hin gewölbt, innen dagegen glatter und in der Ausdehnung der *macula* mit einer gleichgeformten Furche versehen. Im Uebrigen ist die Form des grossen Otolithen oft genug beschrieben, so dass ich hier nicht auf die näheren Verhältnisse desselben einzugehen brauche, um so weniger, weil ich glaube, dass die Formdifferenzen unwesentlicher Natur, eben von derjenigen der ihn umschliessenden Weichtheile abhängen. Eine Sackmembran habe ich ebenso wenig wie im *utriculus* nachweisen können, wenn ich auch an deren Existenz zu irgend einer Zeit der Entwicklung glaube, dagegen zeigt sich auch hier an der der *macula* anliegenden Fläche von derselben Form wie der Gehörfleck, oft dem Otolithen anliegend, oft auch an dem Nervenepithel haftend, eine *membrana tectoria* (Fig. 33), der Ueberrest der ursprünglich den Otolithen umhüllenden Membran, die sich aber nach meinen Erfahrungen nicht über den Bereich der *macula* und deren Nervenepithel erstreckt. Eine Streifung habe ich an der Membran nicht wahrzunehmen vermocht, dagegen wohl durch breitere Substanzbrücken von ziemlich gleicher Grösse über die ganze Membran zerstreute Oeffnungen, der Ausdruck blindgeschlossener Räume, die die Dicke der dem Epithel aufliegenden Membran durchsetzen (Fig. 34 *a*).

Der letzte und auch der vergleichend anatomisch interessanteste Theil des häutigen Gehörapparates, die Schnecke, die *cysticule* (Breschet), nimmt an derselben Stelle wie bei den übrigen Wirbelthieren hinten, unten am Sacke ihren Ursprung (Fig. 1 *k*, Fig. 2 *d*), und ich habe in meiner Abhandlung »Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische«[1]) seiner Zeit mich ausführlich über die Schneckennatur des dort befindlichen Gebildes verbreitet. Sie sitzt dem Sacke wie eine kleine Mütze auf, die entweder ein klein wenig nach oben gebogen sein kann (Fig. 1), wie bei *Perca*, oder etwas nach unten hin überhängt, und dann sehen wir den Einschnitt, der Sack und Schnecke trennt, und der sich im Binnenraume als ringförmige Leiste markirt, am stärksten ausgeprägt. Es ist ein stumpfer Conus, dessen Basis dem Sacke aufsitzt, dessen Spitze frei ist und von aussen nach innen ein wenig abgeplattet erscheint, jedoch lange nicht in dem Grade, wie der *sacculus*. Der Nerv (Fig. 2 *e*), der aus dem zum *sacculus* gehenden seinen Ursprung nimmt, läuft schräg über diesen nach unten, hinten und tritt in die

1) l. c.

Furche zwischen den beiden wichtigen Abtheilungen, um dann an der Innenwand der Schnecke von oben vorne, nach unten hinten gewandt sich auszubreiten und zu verlieren. Bei den Fischen mit gleichsam überhängender Schnecke findet er sein Ende im unteren tiefen Theile der Incisur. Eine fächerförmige Ausstrahlung findet nicht statt, der Nerv verliert sich ganz allmählig als Strang. Die innere Schneckenwand ist dicker, opaker und lässt nur undeutlich einen gelblichen Fleck, die *macula s. crista acustica*, und einen kleinen Otolithen (Fig. 1) durchschimmern, welch letzteren man besser durch die dünnere Aussenwand sieht. Niemals erscheint aber die Aussenwand als eine so zarte Membran, wie die des Sacks, immer derber, unnachgiebiger, knorpelartig. Ich will die Aussenwand als Dach der Schnecke, die Innenwand als Boden derselben bezeichnen. Die Schneckenwandung, die ebenfalls gegen den Binnenraum eine Basalmembran trägt, besteht auch aus Spindelknorpel, der an der Aussenseite geringer entwickelt ist, an der Innenseite dagegen mächtiger wird und namentlich dort sich entwickelt, wo der Nerv hineintritt (Fig. 51). Am Boden tritt eine gegen das Ende der Schnecke allmählig sich verflachende und hier selbst als Grube sich zeigende Leiste auf, eine Art *crista acustica* (Fig. 38), die zur Aufnahme des Nervenepithel dient. Namentlich an der nervenhaltigen Wand treten zahlreiche Gefässe (Fig. 51 *e*) mit den Nervenfasern ein, die bündelweise, schräge von oben nach unten den Knorpel durchsetzen, und bilden dort einen reichen Gefässplexus, in dem die dunkel contourirten Fasern senkrecht oder leicht bogig nach unten gekrümmt gegen den Basalsaum hin aufsteigen. Das Dach der Schnecke ist mit Pflasterepithel bekleidet, welches sich nicht von dem unterscheidet, welches man im *utriculus* findet, und welches keiner besonderen Beschreibung bedarf, ein Epithel, welches gegen den Boden an Höhe zunehmend, dort niedrige Cylinder repräsentirt, zwischen denen dann oftmals wieder die einzeln oder in Gruppen zusammenstehenden Pigmentzellen wie im Sacke eingesprengt sind. Am höchsten sind die Zellen in unmittelbarster Nähe der *macula acustica* (Fig. 51 *d*). Das Epithel der Schnecke zieht sich continuirlich in den Sack hinein.

Das Nervenepithel, welches sich in Nichts von dem des Sacks und des *recessus utriculi* unterscheidet, sitzt einfach der Basalmembran der Leiste, resp. der Grube, auf. Jede Spur einer Basilarmembran fehlt. Die Schnecke der Fische ist das Homologon der *lagena*, des häutigen Blindsacks. Der Anfangstheil und der Basilartheil der Frösche fehlt diesen Thieren gänzlich. Die *crista* beginnt spitz, abgerundet am Anfange des Sacks und läuft S-förmig gebogen und allmählig sich verbreiternd und verflachend nach unten bis zur Mitte der Innenwand und endet hier breit, abgerundet (Fig. 38). Wenn ich nun auch die

Natur des Nervenepithels aufzuhellen vermochte, so ist es mir doch nicht gelungen, die Nerven innerhalb des Epithels weiter zu verfolgen, ich habe sie nur bis über die Kerne der Zahnzellen (Fig. 51 *a*) hinausgehen sehen, ich glaube aber, da sonst die Verhältnisse mit denen an den übrigen Orten der Nervenausbreitung übereinstimmen, dass auch in der Nervenendigung keine Unterschiede vorhanden sind. Jedenfalls treten auch hier die Nerven als dunkel contourirte Fasern ins Epithel. Der Otolith erscheint bei *Perca* halbmondförmig, innen dem Nervenepithel angelagert, und an dieser Seite findet sich wieder eine *membrana Corti* von derselben Form wie die *crista acustica* (Fig. 39) und nach den Seiten hin flügelförmig verbreitert. Hier zeigt sie an den Rändern ein zerrissenes, gelapptes Aussehen. Gerade diese Verbreiterung über den Bereich des Nervenepithels hinaus macht es mir wahrscheinlich, dass diese Membran ein Theil einer ursprünglich vorhandenen Sackmembran des Otolithen, über dessen dem Nervenepithel aufliegende Fläche sie natürlich ebenfalls hinausragt, trotzdem sich an den übrigen Flächen des Otolithen auch nicht eine Spur derselben nachweisen konnte. Die Verbreiterung findet sich namentlich an dem schmäleren Theile der Membran, die hier zugleich entsprechend der leistenartigen Hervorragung der *crista acustica* auf der anliegenden Fläche vertieft, ausgehöhlt erscheint (Fig. 40). Der Theil derselben, der dem Nervenepithel aufliegt, ist zugleich am dicksten (Fig. 40 *a*), während an den seitlichen Verbreiterungen die Dicke derselben allmählig ausserordentlich abnimmt. Die Corti'sche Membran der Schnecke erscheint in der Längsrichtung fein gestreift, und diese Streifen nehmen an den flügelförmigen Verbreiterungen einen schrägen Verlauf (Fig. 40 *b*). Die unter einander mehr oder minder parallelen Streifen sind nicht der Ausdruck einer Faserung, sondern feiner, leistenartiger Verdickungen zwischen den rundlichen Oeffnungen (Fig. 40) der blindgeschlossenen Canälchen, die bald etwas grösser, bald etwas kleiner, auch auf einen Theil der seitlichen Verbreiterung hinübergreifen, jedoch am Rande derselben verschwinden. Hier sind sie mehr flache Eindrücke, herrührend von den in der Umgebung der *macula* befindlichen anliegenden Zellen, während sie in der Mitte der Membran zur Aufnahme der Gehörhärchen dienen. Sie bilden weite, glockenförmige Räume, und zwar für jedes einzelne Haar einen gesonderten. Eine *membrana Corti* ohne Otolithen existirt nicht, wie es auch natürlich, wenn die Schnecke der Fische der *lagena* homolog, in welcher eine solche bei den höheren Wirbelthieren ebenso wenig für sich vorhanden war, sondern erst in dem Theile der Schnecke auftrat, der die *membrana basilaris* zeigt.

Dies die Verhältnisse des Sacks und der Schnecke bei *Perca* und den anderen Fischen aus den Familien *Gadus* und *Pleuronectes*, und ich

wende mich jetzt zur Schilderung der gleichen, sonderbar gestalteten Gebilde bei *Cyprinus*. Beide bilden (Fig. 3 *n l*, Fig. 42) ein untrennbares Ganze, allein, während bei den anderen Fischen der Sack in seinem Volumen weit das der Schnecke überwog, so sehen wir dagegen bei *Cyprinus* die Schnecke in dem unteren Theile des Gehörapparates (Fig. 3 *n*), der nur durch einen dünnen Stiel mit dem oberen zusammenhängt, weit den Sack (Fig. 3 *l*) überwiegen, der sich nur als kleiner Appendix darstellt und sich als solcher nur durch seine direkte Communication mit dem *utriculus* (Fig. 43 *a*) bewährt, während dann die Schnecke wieder durch eine eigene, alsbald zu beschreibende Oeffnung (Fig. 3 *m*, Fig. 43 *c*) mit dem Sacke in Verbindung steht, dagegen gar keine direkte Gemeinschaft mit dem *utriculus* hat. Die Schnecke stellt (Fig. 3 *n*, Fig. 43 *f*) eine flache, überdeckte Schale, der *sacculus* dagegen einen langen, dünnen Cylinder dar (Fig. 43 *d*, Fig. 45 *a*). Die Schnecke liegt an der Aussenwand der unteren Abtheilung des *sacculus*. Beide zusammen haben die Richtung von oben, vorne aussen, nach unten, hinten und innen, und sind so um ihre Längsaxe gedreht, dass sie mit ihren unteren und hinteren Rändern etwas medianwärts convergiren. Was die Communication mit dem *utriculus* betrifft, so habe ich schon früher erwähnt, dass dieselbe als eine trichterförmige Einziehung (Fig. 44 *a*) am Boden desselben gegenüber der Einmündung der Commissur der Bogengänge sich finde, ein Trichter, der von aussen nach innen etwas abgeplattet und wie die eigentliche Utricularwand überhaupt ziemlich dünnwandig erscheint. Gegen die nach unten gerichtete Spitze des Trichters verdickt sich die Wand nicht unbedeutend und geht in eine dicke, kurze, cylindrische Röhre über (Fig. 43 *a*), deren Lumen, wie erwähnt, so ausserordentlich eng (Fig. 44 *b*), dass es Lang nicht gelang, dasselbe zu entdecken, und dass nur mit feinen Sonden die Existenz desselben sich nachweisen lässt. Das Verbindungsrohr ist etwas nach hinten hin gewandt, so dass man bei dem Hineinsehen in den Trichter von oben denselben hinten ein wenig erheben muss, um im Grunde desselben die Oeffnung zu entdecken. Bei seiner Einmündung in den Sack erweitert es sich etwas, aber unbedeutend. Der Sack bildet hier ebenfalls eine kleine, nach oben gewandte, sich zuspitzende Einziehung. Die Wand der Röhre besteht aus Spindelknorpel, dem die Basalmembran nicht fehlt, welche wieder von einer Fortsetzung des Pflasterepithels des eigentlichen *utriculus* überkleidet ist.

Die cylindrische Röhre des Sacks (Fig. 43 *d*) erscheint leicht Sförmig gebogen und erstreckt sich über die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* hinaus nach vorne und oben unter den gewaltig aufgeblasenen *recessus utriculi*, jedoch nur bis unter die tiefste Stelle desselben und

erscheint hier wie bei den anderen Fischen (Fig. 42 *a*) spitz ausgezogen. Die Spitze ist abgerundet. Das obere, vordere Drittel desselben liegt innerhalb des innen häutig verschlossenen Theils der *cavitas vestibuli*, der Rest wie bei den anderen Fischen in der rings knöchern umschlossenen, unteren Abtheilung, ohne das Ende der inneren Wand derselben, der er in einer Furche anliegt, zu erreichen. Im Ganzen genommen lässt sich die Form des Sacks auf die einer langgestreckten Ellipse zurückführen, eine Form, die ja bei anderen Fischen sehr prägnant zum Vorschein kam. Ein Theil des Sacks, und zwar der höchstgelegene, hat vollständig selbständige, freie Wandungen, während dagegen die Wandungen des überwiegenden unteren Theils mit denen der Schnecke gemeinschaftlich sind. Der grösste Theil der oberen und etwa die Hälfte der äusseren ist ihm mit der Schnecke gemeinsam. Die Trennungslinie zwischen beiden Abtheilungen verläuft etwa 3 ^{mm} von der Einmündung der Verbindungsröhre in die obere Sackwand über die äussere nach unten, hinten bis zur vorderen Begrenzung einer rundlichen Oeffnung (Fig. 43 *c*), die Sack und Schnecke verbindet. Von da an überragt die Schnecke sowohl oben wie unten sackartig ausgedehnt, mit dem grössten Durchmesser am Ende die entsprechenden Sackwände. Der breiteste Schneckentheil, eben das Ende, überragt frei vorstehend (Fig. 42, Fig. 43) und den erweiterten Grund der unteren knöchernen Abtheilung der *cavitas vestibuli* ausfüllend das Ende des Sacks und besitzt somit, wie der Anfang dieses Theils, vollständig selbständige Wandungen. An successiven Querschnitten durch die beiden wichtigen zusammenhängenden Theile wird man anfänglich in der Gegend, wo die Verbindungsröhre mündet, einen reinen Schnitt durch den Sack (Fig. 47), in der Mitte desselben einen ähnlichen durch den innen gelegenen *sacculus* und die aussen liegende Schnecke (Fig. 48) als zwei neben einander gelegene Lumina bekommen, von denen, je weiter wir nach unten vorrücken (Fig. 46), das der Schnecke immer mehr das des Sacks überwiegt. Am Ende bekommen wir dann nur Schnitte durch die *cochlea*. Bei Querschnitten durch die Mitte (Fig. 46) bekommen wir täuschend ein Bild, wie bei Schnitten durch die Schnecke der höheren Thiere, namentlich der Schildkröten und Vögel aus der Nähe der *lagena*, wo die *scala tympani* rings vom Schneckenknorpel umschlossen ist. Diese ist in diesem Falle der Sack. Der Nervenast, welcher Sack und Schnecke gemeinschaftlich versorgt, erreicht von vorne, innen kommend die innere Sackwand unterhalb der Einmündungsstelle der Verbindungsröhre, lässt aber den nach vorne, oben gelegenen Sacktheil unversorgt und spaltet sich nun in zwei Aeste, die durch den gleich zu schildernden *sinus impar* (Fig. 42 *b*) getrennt werden. Der untere (Fig. 42 *f*) läuft an der Innenwand des Sacks

entlang in feine, schwer unterscheidbare, parallele Bündel ausstrahlend, die sich gegen das Sackende allmählig verlieren. Der andere (Fig. 42 *c*) legt sich in die Furche, die oben zwischen Sack und Schnecke bleibt, und strahlt fächerförmig in Bündel aufgelöst gegen den breiten Theil der Schneckeninnenfläche aus. Der Sacknerv liegt anfangs mehr der oberen Wand genähert, kommt aber im weiteren Verlaufe immer vollständiger an der Mitte der Innenwand zu liegen. Durch die Wand des Sacks sieht man, aber undeutlich, den nadelförmig gestalteten Otolithen (Fig. 49), deutlich dagegen durch die Aussenwand den rundlichen (Fig. 50) der Schnecke, und durch die Innenwand derselben den breiten Theil der *macula acustica* (Fig. 43 *f*).

Derjenige Theil des Sacks, welcher oberhalb der Einmündung der Communication mit dem *utriculus*, ein wenig nach oben, vorne ragt und zartwandiger erscheint, trägt an seiner Spitze (Fig. 42 *a*, Fig. 41) eine kleine, kuglige Verdickung, gleichsam ein Mützchen, welches sich ausserordentlich leicht löst, so dass es bei weniger sorgfältiger Präparation und Herausnahme des Gehörorgans den Anschein haben kann (Fig. 43 *b*), als sei der Sack an dieser Stelle offen. Es umhüllt die scharfe Spitze des Otolithen, der hier leicht nach aussen hin durchbricht. Von der Verbindung nach unten, hinten, am freien Sacktheile verdickt sich die obere und innere Wand ausserordentlich, während die untere und verhältnissmässig auch die äussere dünnwandig erscheinen. Von der Innenwand dieses Sacktheils springt horizontal nach aussen, mit breiter Basis sich erhebend, eine hohe Leiste vor (Fig. 47 *a*), bis etwa zur Hälfte des Abstandes der Aussen- von der Innenwand, die dann dort, wo Sack und Schnecke gemeinschaftliche Wandungen zu haben beginnen, allmählig bis zum oberen Umfange der Oeffnung, welche die beiden verbindet, verschwindet (Fig. 48 *b*), so dass im Endtheile des *sacculus* (Fig. 46 *c*) keine Spur derselben mehr nachzuweisen ist. Durch diese Leiste wird derselbe in seiner oberen Hälfte in zwei über einander gelegene Räume unvollständig getheilt. Im oberen beginnt allmählig der Nerv sich auszubreiten. In der unteren Sackhälfte verdünnt sich die äussere Wand desselben (Fig. 46), die die innere der Schnecke bildet, allmählig gegen die Mitte, während dagegen die obere und untere denselben Durchmesser beibehalten, die innere dagegen wie im oberen Theile (Fig. 52, Fig. 53 *b*) von ausserordentlicher Zartheit erscheint, so dass dieselbe selbst bei den geringfügigsten Anlässen zerreisst und dem Otolithen auszutreten gestattet. In der Mitte des Sacks an der Innenwand, jedoch mehr der oberen genähert, sieht man (Fig. 42 *b*, Fig. 45 *c*) am isolirten Labyrinthe eine trichterförmige Erhebung, auf deren Spitze ein medianwärts gewandtes, rundes Loch erscheint. Dieser Trichter ist die Hälfte der Röhre, welche

(Fig. 41 *e*) an der Schädelbasis die beiden Labyrinthe, speciell die *sacculi* mit einander verbindet, des *sinus impar*, zu dessen Beschreibung ich mich jetzt wende.

Der *sinus impar* (Fig. 41 *e*), wie ich nach dem Vorgange von E. H. WEBER die untere Vereinigung der beiden häutigen Gehörorgane der *Cyprinoiden* nennen möchte, ist nicht ganz das, was dieser berühmte Forscher als solches beschrieb, sondern nur ein Theil desselben. In der *cavitas sinus imparis*, dem Raume, der zwischen den beiden knöchernen Abtheilungen der *cavitas vestibuli* bleibt, und der dann, wie ich schon beschrieben, durch eine Spalte gegen den Wirbelcanal hin, gegen das *atrium sinus imparis* (WEBER), offen steht, in dessen Seitenwand eine Oeffnung sich findet, in der ein Theil der sonderbar modificirten Hämapophysen und *processus laterales* der ersten Wirbel, wie die Steigbügelplatte im *foramen ovale* eingelassen ist, liegt nach E. H. WEBER der *sinus* als unpaarer Schlauch, der sich am vorderen Ende des Raums in zwei Schenkel spaltet, die sich in die innere Wand des unteren Theils des Gehörapparates öffnen. Letztere beide zusammen bilden meinen *sinus impar*, und es ist mir unmöglich gewesen, eine Fortsetzung in die *cavitas sinus imparis* (WEBER) zu sehen, und somit sind mir denn auch Bedenken gegen seine geistreiche Theorie aufgetaucht, dass die auf der Unterfläche der ersten Wirbel befindlichen Knochen, die auf der einen Seite mit der Schwimmblase in Verbindung stehen, einen eigenthümlichen Schallzuleitungsapparat in der Weise der Gehörknöchelchen repräsentiren, und wenn ich auch nach meinen wenigen und noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über diesen Apparat nichts weniger als geneigt bin, einer Autorität, wie WEBER, definitiv entgegenzutreten, so finde ich doch, dass die Angelegenheit einer erneuten Prüfung unterzogen werden müsste. Aus Gründen, die ich alsbald auseinandersetzen will, neige ich mich mehr zu der Ansicht, dass der eigenthümliche, mit der Schwimmblase einerseits, mit der Rückenmarks- und somit der Gehirnhöhle andererseits in Verbindung stehende, knöcherne Apparat dazu bestimmt ist, die Fische zum Bewusstsein des Füllungszustandes und der Ausdehnung, resp. Verkleinerung der verschiedenen Stellen der Schwimmblase zu bringen, und sie in den Stand zu setzen, denselben zu reguliren, entweder durch Ausstossen eines Theils der Luft bei denen, die eine Verbindung mit der Rachenhöhle aufweisen, oder durch Verminderung und Vermehrung des Gewichts der auf dem Körper lastenden Wassersäule, durch Steigen oder Sinken, eine Einrichtung, deren Nutzen nicht zu verkennen, da ja, wie wir wissen, die Schwimmblase für die Bewegungen, selbst für das Leben der Fische von grosser Wichtigkeit. Eine Erweiterung oder Verengerung der Schwimmblase müsste natürlich den sogenannten Gehörknöchelchen-

apparat in Bewegung setzen, damit auch den in der Wand des *atrium sinus imparis* eingelassenen Stempel, und dieser die das *atrium* erfüllende und durch die *cavitas sinus imparis* mit der das Gehirn umspülenden Flüssigkeit in Verbindung stehende Lymphe oder *serum*. Der Druck auf dieselbe würde bald ein grösserer, bald ein geringerer sein, und dieser muss natürlich seinen Einfluss auf das umflossene Centralorgan haben. Sicherer und unmittelbarer könnte wenigstens meiner Ansicht nach der Zustand des wichtigen Schwimmapparates nicht zum Bewusstsein gebracht werden, wie durch einen solchen sinnreichen Apparat, der auf die geringste Veränderung des anliegenden Organs reagirt, dessen Wandungen ja, wie wir wissen, nur durch geringfügige Aeste des *vagus*, also eines wesentlich centrifugal leitenden Nerven versorgt werden, und so viel man weiss, keine sensiblen, zum Gehirn oder Rückenmark leitenden Nerven bekommen.

Der *sinus impar* ist nach meiner Auffassung nur eine einfache, kurze, cylindrische, dünnhäutige Verbindungsröhre zwischen den *sacculi* beider Seiten, die von der Mitte der Innenwand aus der vorhin erwähnten, trichterförmigen Erhebung hervorgehend zu der gleichen der anderen Seite sich begiebt und unmittelbar unterhalb des Anfangs der *medulla oblongata* an dem vorderen Rande der Knochenplatte liegt, die sich, wie wir gesehen, als Dach über die *cavitas sinus imparis* (WEBER) hinüberschlägt und der *medulla* zum Widerlager dient. Der *sinus* tritt nur zu dem hinteren Theile der Oeffnung dieses Raumes in das *cavum cranii* in Beziehung und verengt den Umfang derselben, während an der Seitenwand das Gleiche durch die innere, häutige Begrenzung der oberen Abtheilung der *cavitas vestibuli* geschieht. Nie habe ich den *sinus impar* sich in eine, in der *cavitas* gelegene Röhre fortsetzen sehen, wohl aber sah ich denselben von einem gelblichen, ölhaltigen Gewebe umgeben, welches sich strang- oder röhrenartig in das *cavum* fortsetzte und dann durch die hintere Oeffnung des Raumes in den Rückenmarkscanal, speciell das *atrium sinus imparis* sich fortsetzte. Ueber die eigentliche Natur desselben, welches ein dichtes Maschennetz, aber keinen Hohlcylinder repräsentirte, bin ich nicht vollständig im Klaren, allein ich glaube, es ist eine Fortsetzung des Arachnoidealgewebes und würde somit eine eigenthümliche lymph- oder serumhaltige Bahn sein, die die Lymph- oder Serumräume des Schädels mit denen des Rückenmarks in Verbindung setzt, auf einem anderen Wege, als dem gewöhnlichen durch das grosse Hinterhauptsloch, und die zugleich an der Oeffnung vorbeizieht, in der der sogenannte Gehörknöchelchenapparat befestigt ist. Aus diesem Gewebe lässt sich, wenn auch mit einiger Mühe, doch vollkommen gut und ohne jegliche Spur einer Verletzung, die auf eine Fortsetzung des

Lumens schliessen liesse, der *sinus impar* isoliren. Auf die lymphatische Flüssigkeit des Arachnoidealraums wird demnach von Seiten des mit der Schwimmblase in Verbindung stehenden Apparates ein Druck ausgeübt, der je nach dem Zustande der *vesica* vermehrt oder vermindert wird, und dieser würde sich durch die *cavitas sinus imparis* auf die Basis des Gehirns fortpflanzen, damit freilich auch auf die dort befindliche Verbindungsröhre der beiden Labyrinthe. Somit könnte man auf einem Umwege an eine Auslösung der Gehörempfindung durch den *sinus impar* denken, allein derselbe ist abgesehen von der Entfernung von der Stelle der Erregung der Druckdifferenzen so ungünstig angeordnet, zugleich so eng, dass man wohl kaum an die Erregung der Gehörempfindungen auf diesem Wege, als an das Wesentlichste denken dürfte. Die Bewegung der Flüssigkeit geht unter ihm weg. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, nach Bestätigung der so eben geschilderten anatomischen Verhältnisse käme es darauf an, wo möglich auf experimentellem Wege über die Druckverhältnisse im Inneren des *cavum cranii* dieser Fische etwas zu ergründen.

So eigenthümlich nun diese Communication erscheint, so glaube ich doch, dass sie ihre Erklärung auf dieselbe Weise findet, wie die Verbindung der Commissur der Bogengänge bei den *Clupeiden*. Jedenfalls ist die Erklärung der Erscheinung auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete zu suchen. Die Bildung wird sich wohl als eine secundäre herausstellen. Die Labyrinthblasen der beiden Seiten wachsen mit ihren unteren Theilen unterhalb des Gehirns, oberhalb des Occipitalwirbels so rasch einander entgegen, dass sie sich an einer Stelle berühren, bevor ein anderer sich entwickelnder und zur Umschliessung dienender Theil oder das Gehirn Zeit findet, die Verbindung zu hindern, oder durch seine Breitenentwicklung eine Trennung der beiden aufrecht zu erhalten. Das Bildungsgewebe der Gehörapparate verschmilzt an der Berührungsstelle, die *lumina* öffnen sich in einander, allein jetzt werden die Labyrinthe durch die Breitenentwicklung des Schädelraums, bedingt durch die Volumsvermehrung des Gehirns und der dasselbe umgebenden Theile, aus einander gedrängt, die Verbindung entwickelt sich durch Wachsthum der Zellelemente an der betreffenden Stelle zu einer Röhre. Die Wand des *sinus impar* besteht aus einfachem Bindegewebe, wie es an den verschiedensten Stellen aus der Spindelknorpelmasse des Labyrinthes hervorgeht, mit einer feinen Basalmembran, die dann wieder von einem einfachen Pflasterepithel bekleidet ist.

Gehen wir nun zu den histologischen Verhältnissen des Sacks über, so finden wir, wie erwähnt, den Nerven unterhalb (Fig. 42 *f*) der Mündung des *sinus impar*, anfänglich an der Oberwand sich aus-

breiten und dann allmählig auf den unteren Theil der Innenwand heruntersteigen und sich dort gegen das blindgeschlossene, kuppelförmig abgerundete Ende pinselförmig ausstrahlend (Fig. 42 *d*) an der Wand verlieren. Er entspricht einer *macula acustica*, die fast die ganze Länge des Sacks einnimmt und im oberen Theile des Sacks oben, im unteren Theile innen, oben an der Wand gelagert ist. Der äussere Theil der Sackwand besteht dort, wo die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* einmündet, aus einer ungemein mächtigen Spindelknorpelmasse, die von zahlreichen Gefässen der Länge nach durchsetzt wird, und dasselbe ist, wenn auch nicht in dem Grade, namentlich nicht in der Mitte dort der Fall, wo Innenwand der Schnecke und Aussenwand des Sacks eine Masse bilden. Gegen das Ende des Sacks nimmt die Wand allmählig an Dicke ab, ohne ihren knorpligen Charakter zu ändern. Der mittlere Theil der Innenwand zeigt sich namentlich im unteren Sacktheile in weiterer Ausdehnung wie im oberen ausserordentlich zart (Fig. 53 *b*), aus dem Bindegewebe bestehend, welches durch allmählige Umwandlung der Intercellularsubstanz und der Zellen des Knorpels zu Stande kommt, und dasselbe ist namentlich in der Mitte des Sacks so ausserordentlich zart, dass es sich auf dem Querschnitte nur mit grosser Mühe nachweisen lässt. Es wird oft von reichlichen Gefässen bedeckt. Die Mitte der Aussenwand ist in ihrem unteren Theile (Fig. 43 *c*) durch die ovale Oeffnung, welche in die Schnecke hineinführt, unterbrochen. In der unteren Sackhälfte (Fig. 46 *c*) erscheint das Lumen auf dem Querschnitte oval, mit der längsten Axe von oben nach unten, während im oberen Theile durch die sehr hervortretende Leiste die Regelmässigkeit des Binnenraums unterbrochen wird. Die ganze Innenfläche der Sackwand ist wieder durch eine zarte, homogene Basalmembran von dem Epithel geschieden. Dieses ist namentlich aussen ein einfaches Pflasterepithel, welches sich aber an den übrigen Stellen bis zur Umgebung der *macula acustica* zu einem niedrigen Cylinderepithel erhebt (Fig. 53), und dieses zeigt dann die charakteristischen Zellformen, die wir schon so oft in dem Gehörorgane der Fische und bei anderen Thieren getroffen. Zwischen den hellen Cylindern sieht man reichlich pigmentirte, flaschenförmige Zellen, entweder einzeln oder in Gruppen zusammenstehend eingelagert, und auf dem Querschnitte scheinen diese sogar den Hauptbestandtheil des Zelllagers auszumachen. Der Charakter ändert sich selbst in der unmittelbaren Umgebung der *macula* (Fig. 53 *a*) nicht, mit der einzigen Ausnahme, dass die beiden Zellformen immer länger werden. Ihr runder, dunkler Kern mit kleinen Kernkörperchen liegt im Grunde am Basalsaume.

Wegen der grossen Schwierigkeit der Anfertigung feiner Quer-

schnitte durch den Sack ist es mir nicht gelungen, die einzelnen Elemente der *macula acustica* hinreichend isolirt darzustellen, allein ich habe doch so viel gesehen, dass ich behaupten kann, dass principielle Abweichungen sich nicht finden. Die Nervenfasern, die aus bipolaren Ganglienzellen hervorgehen und zu wenigen in kleine Bündel vereinigt (Fig. 48 *c*), senkrecht, oder leicht gekrümmt die Knorpelmasse als dunkel contourirte Fasern durchsetzen, bilden keinen reichen Plexus, sie steigen gegen die Basalmembran auf, biegen selten unterhalb derselben schlingenförmig um und verlieren ebenso wenig häufig ihre Markscheide, sondern treten mit dem ursprünglichen Aussehen ins Epithel, ohne dass ich mit Sicherheit das weitere Verhalten und die Endigung derselben feststellen konnte. Jedenfalls begeben sie sich über die basalen Enden der Zahnzellen hinaus, die sich auch hier finden und die mit Haaren versehenen Stäbchenzellen isoliren. Wahrscheinlich treten sie auch hier als dunkel contourirte Fasern in den von den Zahnzellen gebildeten protoplasmatischen Maschenraum, breiten sich aus, werden blass, theilen sich und treten an das untere Ende der oftmals weit von der Durchtrittsstelle entfernten Stäbchenzellen.

Der durch die ausserordentlich leicht zerreissliche Binnenwand oftmals hindurchschlüpfende Otolith scheint den Raum des Sacks vollkommen auszufüllen und ist ein langes, dolchartiges Kalkstäbchen (Fig. 49), welches namentlich gegen den Anfang des Sacks, wo der *utriculus* einmündet, ausserordentlich spitz wird. Er zeigt auf der der *macula* zugewandten Fläche eine Einziehung, deren Form dem Gehörflecke entspricht, und in derselben befindet sich eine zarte Cuticularmembran von demselben histologischen Charakter, wie die des Sacks von *Perca*, mit denselben rundlichen Oeffnungen, den Eingängen in die glockenförmigen Hohlräume, die die Härchen der Stäbchenzellen einzeln umgeben. Sie ist vollkommen homogen, ohne Streifung. Ich habe sie auch hier nicht als eine Sackmembran um den Otolithen herumgehen sehen, wohl aber habe ich einmal eine auffallende Eigenthümlichkeit dieses und des Schneckenotolithen beobachtet. Die Kalksalze fehlten, und während im Uebrigen die Form des Otolithen dieselbe war, zeigte er eine Consistenz wie steife Gallerte, ein Verhältniss, welches mir an anderen Exemplaren nie wieder zu finden gelang. Die Otolithenmembran oder die *membrana tectoria* ruht dem Epithel der *macula* unmittelbar auf.

Die elliptische, von aussen nach innen etwas abgeplattete Schnecke, deren Innenwand zum Theil mit der unteren Hälfte des Sacks verschmolzen und deren Spitze nach vorne, oben, deren Basis nach hinten, unten kehrt (Fig. 3 *n*, Fig. 43), hat, wie erwähnt, eine ausserordentlich zarte Wand, die der *membrana Reissneri* homolog ist und sich

gegen die Innenwand hin ziemlich plötzlich verdickt. Diese hat an der Einmündungsstelle des Sacks einen geringeren Durchmesser und besteht aus Spindelknorpel, während die äussere (Fig. 46 *a*) aus dem bekannten homogenen Bindegewebe mit sparsam eingestreuten, rundlichen oder spindelförmigen Zellen besteht. Der obere, untere und hintere Rand sind scharf. In der Nähe der Spitze des Eis an der Innenwand, nach vorn findet sich die Communication mit dem Sacke, durch die das indifferente, pflasterförmige Sackepithel sich continuirlich hereinzieht. An der Spitze der eiförmigen Schale ist die Innenwand beträchtlich dick, nimmt dagegen gegen das Ende hin continuirlich an Durchmesser ab. An derselben sieht man mit ihrer grossen Masse (Fig. 43 *f*), oberhalb des mit dem Sacke gemeinsamen Stückes der Innenwand die rundliche, gelblich tingirte *macula acustica,* die niemals auf einer Leiste sitzt (Fig. 46 *d*). Gegen diese breitet sich der Nerv fächerförmig aus (Fig. 42 *c*), dessen Stamm oberhalb des *sinus impar* liegt und ebenfalls reichlich bipolare Ganglienzellen einschliesst. Die Fasern treten in schräg von oben, vorne nach unten, hinten ziehender Richtung in die Knorpelmasse der Binnenwand ein und steigen dann senkrecht gegen die den Binnenraum auskleidende Basalmembran auf, ohne ihre Markscheide zu verlieren, ohne sich zu verflechten und ohne dicht unter derselben regelrecht Schlingen zu bilden. Dagegen werden sie von zahlreichen Gefässen durchsetzt, die sich namentlich reichlich an der Stelle des Nerveneintritts in der Knorpelsubstanz finden und hier ein reiches Maschennetz bilden, welches auch, wenn auch nicht so ausgeprägt, an den übrigen Theilen der knorpligen Wand vorkommt. Ebenso wenig hier, wie an der Innenwand der Schnecke von *Perca,* lässt sich irgend etwas einer Basilarmembran Homologes entdecken, und auch bei *Cyprinus* ist dieser Theil mehr der *lagena* der höheren Thiere, als irgend etwas anderem, gleich zu setzen. Die leicht gewölbte, zarte Aussenwand lässt sich leicht rings an der Peripherie der inneren ablösen, die dann als eine flache Schale zurückbleibt. Der durchschimmernde Otolith füllt nicht den ganzen Binnenraum aus, sondern an der inneren Wand anliegend bleibt zwischen ihm und der äusseren ein verhältnissmässig grosser, mit Flüssigkeit gefüllter, endolymphatischer Raum. Die Krümmung der Ränder der Schnecke ist oben stärker, unten geringer, die Ellipse demnach nach oben hin etwas verzogen. Das einfache, der Basalmembran der Aussenwand aufsitzende Pflasterepithel geht auch hier gegen die innen gelegene, rundliche *macula* allmählig in ein cylindrisches Epithel über, welches an der Peripherie des Gehörflecks seine grösste Höhe erreicht, in ähnlicher Weise, wie ich es vom *sacculus* dieser Thiere und von *Perca* beschrieben. Was die *macula acustica* betrifft, so ist es mir hier besser, wie im Sack

gelungen (Fig. 52 *d*), die constituirenden Bestandtheile, Stäbchen und Zahnzellen und deren protoplasmatisches, von dunkelrandigen Nervenfasern durchsetztes Netzwerk nachzuweisen. Es würde eine ausführliche Beschreibung der Elemente der *macula* nur eine einfache Wiederholung dessen sein, was ich über das gleiche Gebilde aus dem *sacculus* und *utriculus* von *Perca* erwähnt, und somit glaube ich mich auf das dort Gesagte beziehen zu dürfen. Der rundliche, gegen die Spitze hin mit einem kleinen Stachel versehene, radiärgestreifte Otolith (Fig. 50) zeigte sich mir einmal wie im Sack, ohne seine Form zu ändern, als dickliche, kalklose Gallerte, und lässt sich auch hier auf seiner der Innenwand zugekehrten Fläche eine der Form der *macula* entsprechende rundliche Vertiefung erkennen (Fig. 50 *a*), und in dieser liegt, oft dem Nervenepithel innig anhaftend (Fig. 54), ebenso wie im *sacculus*, eine reticuläre Otolithenmembran, eine *membrana tectoria s. Corti*. Die rundlichen Lücken dieser Membran, die auch hier in blindgeschlossene, weite, die Härchen einzeln umfassende Einsenkungen hineinführen, sind bald grösser, bald kleiner (Fig. 54 *a*, *b*). Die Membran ist vollkommen homogen, ohne Streifung, und die kleineren unter den Lücken scheinen mir dazu bestimmt, die hie und da etwas mehr hervorragenden, keulenförmig verdickten Enden der Zahnzellen aufzunehmen. Auch hier habe ich diese Membran nie ganz um den Otolithen als Sackmembran herumziehen sehen, und ich habe dieselbe auch nicht über den Bereich der *macula* verfolgen können, obgleich letzteres recht gut der Fall sein könnte.

Dies die beiden Haupttypen des Gehörorgans der Teleostier, wenigstens scheint mir nach den ausführlichen, über fast alle Gattungen sich verbreitenden Untersuchungen von E. H. Weber und Breschet keine dritte vorzukommen, und wenn man namentlich ihre Abbildungen mit den von mir gegebenen und mit meiner Beschreibung vergleicht, so wird man finden, dass die Deutung der Theile und die vergleichend anatomischen Gesichtspunkte wohl etwas verschieden, allein dass sonst keiner ihrer Befunde mit den hier dargelegten in schreiendem Widerspruche steht. Man kann einfach meine Benennungen auf die von ihnen untersuchten Fische anwenden. Sie zeigen alle die drei Bogengänge mit ihren zusammenstehenden Ampullen vorne, die alleinstehende hinten, und zwischen ihnen, oder mehr der letzteren genähert, die Commissur. Unter den zusammenstehenden Ampullen der *recessus utriculi* mit der *macula acustica* als Theil des *utriculus*, in den von oben her die Commissur der Bogengänge nach rechtwinkliger Aufnahme des horizontalen Ganges, von hinten her die frontale Ampulle, oft mit einer kleinen Röhre einmündet. Der Commissur gegenüber an der unteren Wand die Communication mit dem Sacke, und von diesem

hinten, unten ausgehend in den mannigfaltigsten Formen die Schnecke, die an Caliber wie bei *Cyprinus* den Sack weit übertreffen oder hinter ihm zurückstehen kann. Nur bei einigen finden wir oben und unten eine Communication der beiden Labyrinthe oder bloss unten. Ein wesentliches Gebilde, was aber bei dem häutigen Verschlusse der Labyrinthhöhle gegenüber dem *cavum cranii* nicht überraschen kann, habe ich fehlen sehen, den *aquaeductus vestibuli* und *cochleae*. Zeigen nun somit die Teleostier nichts von dem allgemeinen Plane des Gehörorgans der Wirbelthiere principiell Abweichendes, so ist dasselbe bei den *Ganoiden* auch nicht der Fall, und ich brauche da bloss die schönen Abbildungen von Breschet über *Accipenser sturio* und *huso* zur Vergleichung heranzuziehen, und es wird auf den ersten Blick einleuchten, dass in dem makroskopischen Verhalten selbst der Labyrinthkapsel keine wesentlichen Differenzen sind, und somit ist es auch wohl wahrscheinlich, dass die histologischen Verhältnisse übereinstimmen. Auch hier finden sich die Bogengänge, die Ampullen, der *utriculus* mit seinem *recessus*, der *sacculus* und die Schnecke (*cysticule* Breschet) auf ähnliche Weise und in denselben gegenseitigen Lagerungsverhältnissen wie bei *Perca*. Somit bleiben nur die *Plagiostomen*, die ja eine vollkommen geschlossene, knorplige Gehörkapsel besitzen, zu betrachten übrig. Die Darstellungen, namentlich E. H. Weber's und Breschet's, geben ausserordentlich schätzenswerthe Anhaltspunkte, die aber gegenüber einer Arbeit des Kopenhagener Anatomen Ibsen, die ich der Güte des Herrn Dr. Bergh verdanke, zurückstehen müssen. Diese behandelt vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus den Bau des Gehörorgans durch sämmtliche Wirbelthierclassen und bietet für das Jahr ihrer Entstehung, 1846, eine solche Fülle neuer Gesichtspunkte, die im Wesentlichen mit den meinen übereinstimmen, dass man staunen muss über den Scharfsinn und Fleiss, den dieser Forscher entwickelt, und ich kann nur bedauern, dass die Arbeit, die eine Zierde der dänischen naturwissenschaftlichen Literatur bildet, nur in Gestalt mehrerer Tafeln mit ausführlicher, aber genügende Anhaltspunkte darbietender Tafelerklärung das Tageslicht erblickte und nur in wenigen Exemplaren gedruckt und an Freunde vertheilt wurde. Die Arbeit bietet noch heute Neues in überraschender Fülle, und sie steht auf diesem Gebiete als das mustergiltigste Zeugniss gesunder vergleichend anatomischer Anschauungen und anatomischer Technik da. Die Tafeln haben mir in allen den Classen, in denen mir das Material nicht so zu Gebote stand, als eine Ergänzung gedient, die mir um so willkommener war, als ich daran die Richtigkeit meiner Ansichten prüfen konnte. Dies gilt namentlich auch für die Plagiostomen. Die beiden zusammenstehenden Ampullen liegen vorne, oben, die alleinstehende hinten, verbunden

durch den *utriculus*, dessen *recessus* auch hier nach unten, hinten von den ersteren befindlich gegenüber den übrigen Utriculartheilen eine beträchtliche Ausdehnung besitzt. Auffallend ist nur die colossale Länge der Röhre, mit der die alleinstehende Ampulle in den *utriculus* mündet, in den von oben her auch hier die Commissur sich einsenkt, die zuerst aus dem Zusammenflusse der verticalen Gänge entsteht und die dann an ihrem Ende auch hier unter einem rechten Winkel den horizontalen Gang aufnimmt. Der Sack communicirt gegenüber der Einmündung der Commissur unten wie es scheint mit weiter Oeffnung, und hat eine sehr beträchtliche Ausdehnung nach oben sowohl, wie nach unten, und aus dessen hinterem, unteren Umfange erhebt sich, jedoch wie bei *Perca* nur als ein unbedeutender, kleiner Appendix, die Schnecke. Die Otolithen bilden keine zusammenhängende Masse. Der *nervus acusticus* ist auch hier in zwei Aeste, einen für die zusammenstehenden Ampullen und den *recessus utriculi* (*ramus vestibularis*), und einen für die frontale Ampulle, den Sack und die Schnecke, gerade wie bei den übrigen Fischen und den Fröschen (*ramus cochlearis*), getheilt. Das Ganze ist von dem knorpligen Gehäuse umgeben, in dem das Labyrinth excentrisch lagert, die Bogengänge mit der convexen Seite anliegend, wie aus den Abbildungen E. H. Weber's erhellt. An diesem Gehäuse habe ich vergebens nach einer *apertura aquaeductus cochleae* oder einem *foramen rotundum* gesucht. Leider war mein Untersuchnngsmaterial bis jetzt so wenig ausreichend, dass ich dieselbe leicht übersehen haben könnte. Ich kann einstweilen nicht dringend genug die Aufmerksamkeit anderer, günstiger, situirter Forscher darauf hinleiten.

Dafür aber haben wir die *apertura aquaeductus vestibuli* am Ende des von Breschet sogenannten *canal du tube ascendent*, des bei den Plagiostomen in starker Entwicklung persistirenden *recessus labyrinthi*, wie Rathke nachgewiesen, auf der Oberfläche des Gehäuses, und somit der Schädelkapsel. Dieser Canal ist, wie ich alsbald weiter ausführen werde, der *aquaeductus vestibuli*, eine Meinung, die auch Ibsen schon in seiner Abhandlung aufgestellt. Aus seinen ausgezeichneten Abbildungen geht hervor, dass sich derselbe aus zwei Röhren zusammensetzt, einer kurzen, die an der hinteren Begrenzung des *recessus utriculi* hinten, innen entspringt und einer anderen, die an der unteren Fläche des Sacks vorne, innen entspringend um denselben herumläuft, um sich mit der anderen zu einer zu vereinigen, die an der inneren Seite der Bogengangcommissur emporsteigend, den bekannten von E. H. Weber und Breschet beschriebenen Verlauf nimmt. Er ist also im Stande, die Endolymphe aus der Labyrinthkapsel heraus gegen die Peripherie zu leiten, oder wenn man will, und wie es wohl richtiger,

er vermag Flüssigkeit von der Peripherie in die Labyrinthkapsel, ins häutige Labyrinth zur Endolymphe zu leiten. Es wäre sehr von Interesse dabei zu untersuchen, ob, abgesehen von der Schädeloberfläche, noch eine Communication dieses Canals mit dem Schädelraume vorhanden wäre. Ganz denselben Gang hat IBSEN bei den Nattern, bei den Schildkröten, den Crocodilen und den Menschen nachgewiesen, und zwar immer vom *vestibulum* ausgehend und in die Oeffnung, die in den Schädelraum führt, sich begebend, die allgemein als *apertura aquaeductus vestibuli* bezeichnet wird. Freilich beschreibt er bei den Vögeln einen Gang als *aquaeductus* von der Schnecke ausgehend, allein ich glaube, er hat hier den *canalis reuniens* gesehen, denn entwicklungsgeschichtlich ist es nicht möglich, dass derselbe aus der Schnecke oder aus den Bogengängen oder den Ampullen entstände, da dies erst secundäre Bildungen der primären Gehörblase sind, während das *vestibulum*, wenn man will, der letzte Rest derselben ist. Er muss daher immer entweder aus dem *utriculus* oder dem *sacculus*, soweit diese differenzirt, kommen, oder, wie es bei den Plagiostomen und nach den Untersuchungen von BÖTTCHER[1]) bei den Menschen der Fall, aus beiden kommen. Bei den Plagiostomen zeigt dieser Gang die Mündung auf der Labyrinth- und Schädeloberfläche. Anders schon in der nächstfolgenden Classe der Batrachier, wo die *apertura aquaeductus vestibuli* auf der Innenwand sich findet, was wahrscheinlich mit dem Wachsthume des Schädelraums nach oben, aussen zusammenhängt, wobei sich gleichzeitig der *recessus* verlängern müsste, um an der Schädeloberfläche zu münden. Er wird durch das Wachsthum des Schädelraums, mit dem das seine nicht gleichen Schritt hält, von der Oberfläche gleichsam abgerissen und kommt durch das Ueberwachsen des *cavum cranii* über die Oberfläche des Gehörapparates in oder an diesem zu liegen. Dabei will ich nun freilich ein Bedenken nicht unterdrücken, welches von erheblichem Gewicht, und wenn es auch nicht die ganze Anschauung unbedingt stürzt, dennoch dringend weitere Untersuchungen, die später folgen sollen, fordert. Wenn die Ansicht richtig, dass der *aquaeductus vestibuli* dem *recessus labyrinthi* gleich, und der *canal du tube ascendent* der Plagiostomen den *aquaeductus* repräsentirt, so müsste derselbe sich auch bei den niederen Formen, die noch eine ausgedehnte Gehörorgankapsel besitzen, also bei den *Cyclostomen* auf dieselbe Weise finden, also an der Schädel- und Labyrinthoberfläche münden. KETEL hat nun aber bis jetzt nachgewiesen, dass allerdings der *aquaeductus vestibuli* auf dieselbe Weise wie bei den höheren Wirbelthieren

[1]) Ueber den *aquaeductus vestibuli* bei Katzen und Menschen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1869.

von dem Vorhofe ausgehend oder in den endolymphatischen Raum desselben mündend sich findet, allein derselbe geht in das *cavum cranii*, nicht dagegen wie bei den Plagiostomen an die Oberfläche. Da helfen nach den bisherigen Beobachtungen nur zwei Annahmen, und es wäre äusserst wichtig den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis zu führen, entweder ist zu einer frühen Periode der *aquaeductus* bei den *Cyclostomen* zur Schädeloberfläche gegangen und erst später durch die stärkere Entwicklung des Schädelraums in diesen gelangt, oder der *canal du tube ascendent* ist wohl der *recessus labyrinthi*, aber nicht dem *aquaeductus vestibuli* homolog, wäre, wenn ich mich so ausdrücken soll, bei Thieren mit geschlossener Labyrinthkapsel ein neuer Versuch der Natur mit entwicklungsgeschichtlich gegebenen Elementen eine neue Form des Schallzuleitungsapparates statt der Paukenhöhle zu construiren, welche sich wegen des vorhandenen Kiemenapparates unmöglich bei den höheren Thieren bilden konnte, ein Versuch, der gleichsam nicht weiter fortgesetzt, mit der Classe der Plagiostomen endet. Dies ist freilich immer nur ein Bild, das sich noch nicht dem Kerne der Sache nähert. Ich neige mich bis auf weitere Untersuchungen mehr der ersteren Ansicht zu, wenn ich auch glaube, dass der *canal* der Plagiostomen neben der alsbald zu erörternden Funktion auch bei dem vollkommen geschlossenen Gehäuse als Schallzuleitungsapparat dient, und ich will so lange daran festhalten, bis auf diesen Punkt gerichtete entwicklungsgeschichtliche Studien bei den *Cyclostomen* dieselbe widerlegt. Sehen wir nun bei diesen, bei den Knorpelfischen, bei den Eidechsen, Crocodilen, den Säugern und den Menschen, nach Ibsen auch bei den Schildkröten, und ich bedaure diesmal bei meinen Untersuchungen nicht sorgfältig genug auf diesen Punkt geachtet zu haben, um es bestätigen zu können, was sonst gewiss der Fall gewesen wäre, den *aquaeductus vestibuli* auftreten, also bei der überwiegenden Mehrzahl der Thiere, die ausgiebig knorplig oder knöchern verschlossene Labyrinthkapseln besitzen, so ist es wohl mehr wie wahrscheinlich bei der Constanz des Gebildes, dass auch die Batrachier und Vögel, die beide eine *apertura aquaeductus vestibuli* besitzen, eine solche bei eingehenderen, auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, die im nächsten Hefte folgen, aufweisen werden, und somit bleiben nur die Teleostier übrig, denen es fehlt, denn ich habe trotz specieller Aufmerksamkeit nie ein solches wahrnehmen können, allein ich glaube, dass dieses Paradoxon seine Lösung findet, wenn man die Funktion der sogenannten Vorhofswasserleitung näher ins Auge fasst, im Zusammenhalte damit, dass dieselbe durch gleichsam Reduktion der ursprünglich weiten Röhre der primären Labyrinthblase entstanden ist, man sich also wohl Thiere denken könnte, bei denen dieselbe vollständig fehlt, vor-

ausgesetzt, dass den physiologischen Zwecken, denen sie im erwachsenen Zustande dient, anderweitig Genüge geschehen ist, nach dem Satze, dass Nichtgebrauch eines Organs das Verschwinden desselben im Organismus, mindestens dessen Verkümmerung mit sich führt.

Was nun die Funktion des *aquaeductus vestibuli* betrifft, so dient er meiner Ansicht nach dazu, bei denjenigen Thieren, die ein ausgedehnteres oder vollkommen geschlossenes, mehr oder minder undurchgängiges Gehäuse besitzen, einen serösen oder lymphatischen Strom ins Innere des häutigen Gehörapparates zu leiten, also die Endolymphe zu erneuern, allein das ist nur dadurch möglich, dass in demselben Maasse, wie Flüssigkeit zugeführt, solche auch wieder abgeführt wird, sei es durch eine Abflussröhre aus dem endolymphatischen Raume oder durch Exosmose in das *cavum perilymphaticum* hinein, und von da wieder aus dem Gehäuse auf irgend einem Wege hinaus. Solche Wege besitzen wir bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum* und bei dem Menschen in dem *aquaeductus cochleae*, der aus dem *cavum perilymphaticum* gegen das *foramen jugulare* hin leitet und hier, wie ich vorläufig aus Analogie mit niederen Wirbelthieren glaube, mit einem Lymphgefässe oder mit einem perivasculären Raume um die *jugularis* herum in Verbindung steht. Bei den Vögeln mit offenem *foramen rotundum* geht der Hauptabfluss, abgesehen durch die Schneckenwasserleitung, durch dieses ebenfalls gegen das *foramen jugulare* oder den *recessus scalae tympani*, und dann mit der *jugularis* vom Schädel weg, und bei den Schildkröten und Eidechsen gelang es ja sogar aus dem perilymphatischen Raume durch das *foramen rotundum* eine Röhre, *canalis lymphaticus*, zu einem eigenen, im *recessus scalae* gelegenen lymphatischen Gefässe zu verfolgen. Wir sehen also bei allen Thieren mit vollkommen geschlossenem Gehäuse einen Weg für den Zu- und Abfluss der Flüssigkeit, die eingeschoben in die Bahn des lymphatischen Systems eine continuirliche Strömung im Gehörorgane zeigt. Nur bei den Plagiostomen habe ich wie gesagt bis jetzt kein *foramen rotundum* oder eine *apertura aquaeductus cochleae* nachweisen können. Möchten doch Forscher, denen reichliches Material zu Gebote steht, auf diesen wichtigen Punkt achten oder die Möglichkeit des Abflusses auf einem anderen Wege nachweisen. Bei den Teleostiern fehlt die Zu- und Abflussröhre, sie ist überflüssig, denn durch die zarte Wand des Gehäuses vermag die Flüssigkeit der Endolymphe in continuirlicher Bewegung durch Endos- und Exosmose reichlich ein- und auszuströmen und von dem *cavum perilymphaticum* durch die zarte Grenzmembran gegen das *cavum cranii*, auf dessen Beziehung zum Lymphsysteme ich alsbald zu sprechen komme, weiter zu dringen. Bei den *Cyclostomen* tritt der *aquaeductus vestibuli* auf, auch der *cochleae* ist wenigstens bei *Petromyzon* vorhan-

den, und dieses Verbundensein der Schnecken- und der Vorhofswasserleitung, wie wir sehen werden, zu einem scheinbar einfachen Canal scheint mir ein Wink zu sein, da *Petromyzon* auch in anderen Beziehungen den *Plagiostomen* nahe steht, dass auch bei ihnen möglicherweise am *canal du tube ascendent* ein zweiter Canal sich nachweisen liesse, wofür auch in Folge Ibsen's Beobachtungen das zweifache Entstehen desselben aus Sack und *utriculus* spricht.

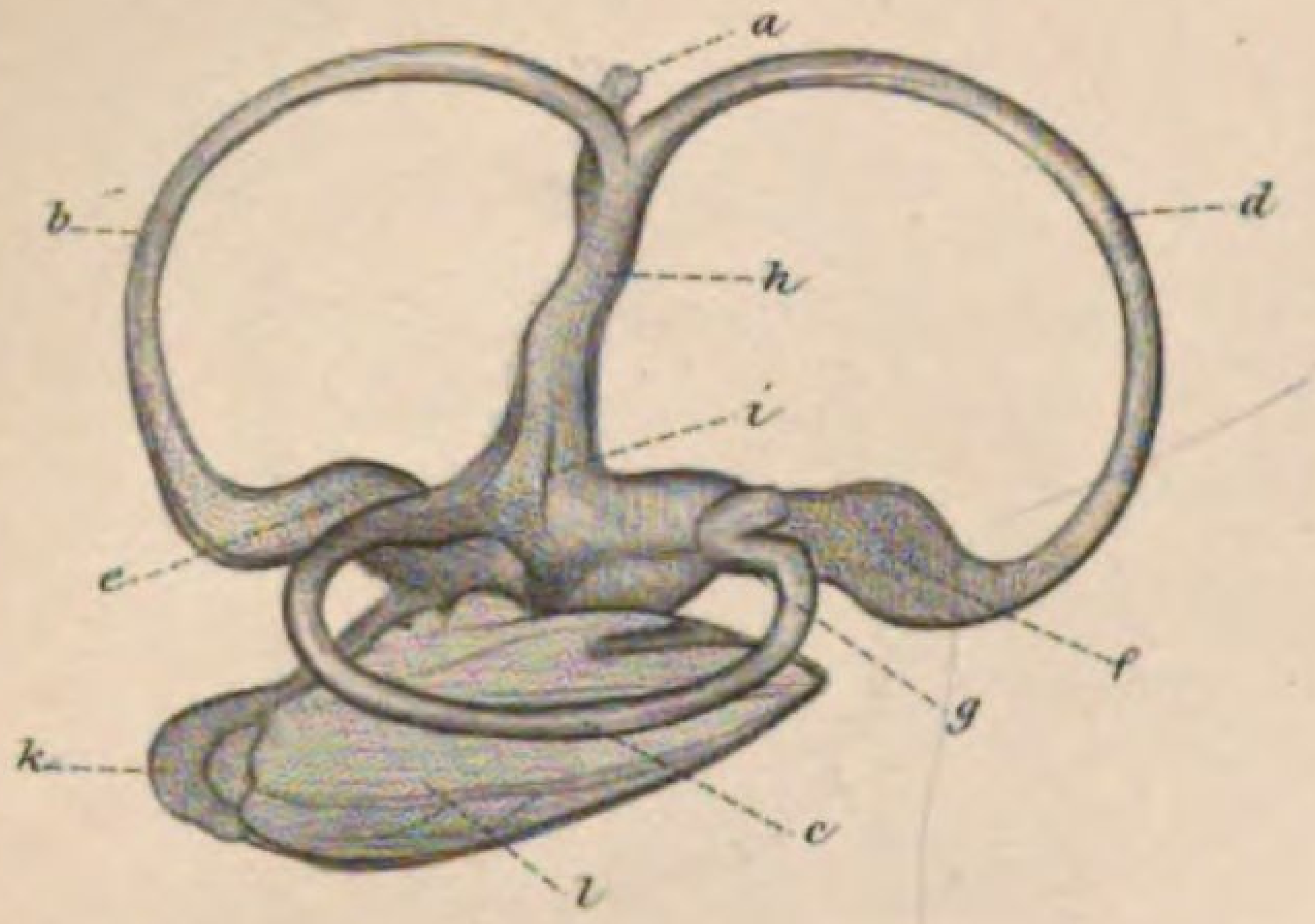
Die hier vorläufig geäusserten Ansichten über die continuirliche, gleichmässige Strömung der Flüssigkeit vor allen Dingen im Inneren des häutigen Gehörorgans, in dem sich die Nervenenden finden, ferner die Auffassung derselben als eine lymphatische sind neu, allein ich glaube durchaus nicht aus dem Wege liegend, weil man von vorne herein annehmen muss, dass die ausgedehnten Flüssigkeitsmassen der Endo- und Perilymphe sich beständig erneuern und somit direkt oder indirekt durch gröbere oder feinere Wege mit Bahnen des Kreislaufs, sei es des Bluts oder der Lymphe, wenn man unter diese nicht bloss die lymphkörperchenhaltige Flüssigkeit, sondern auch die seröse begreift, communiciren. Zu- und Abflusswege müssen sich finden, dieselben sind aber bei den meisten Wirbelthieren nicht fein, so dass man nur endos- und exosmotische Strömungen annehmen muss, sondern verhältnissmässig weite, deutlich nachweisbare Röhren. Bei den meisten Wirbelthieren geht die eine, die in den endolymphatischen Raum mündet, in die Schädelhöhle, die andere dagegen an die Peripherie des Schädels zum *foramen jugulare* hinaus, oft in ein deutlich nachweisbares Gefäss über, es fragt sich nur, woher erstere kommt, mit welcher Räumlichkeit oder mit welchem Gefässe dieselbe in Verbindung tritt. Ich gestehe, über diesen wichtigen Punkt bis jetzt keine vollkommen klare Anschauung zu besitzen, nur so viel weiss ich, dass dieselbe nicht aus einer Röhre hervorgeht, sondern entweder mit einem Raume zwischen *dura* und Knochen, einer Art *sinus* oder mit dem Raume zwischen der eigentlichen Gehirnhülle und der *dura mater*, oder vielleicht mit dem Homologon des *cavum subarachnoideale* und dessen Nebenräumen in Verbindung steht. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, so kommt es darauf an, welche Anschauung man von diesen Räumen hat, um danach die Natur der beiden Röhren des häutigen und knöchernen Labyrinths zu bestimmen. Den Subarachnoidealraum als einen cavernösen Lymphraum zu bezeichnen und denselben dem Lymphgefässsysteme direkt einzufügen, möchte keinen grossen Schwierigkeiten begegnen, und die Erfahrungen Schwalbe's am Auge sprechen für eine solche Ansicht, schwieriger dagegen ist es, die Natur der anderen festzustellen. Ich stehe nicht an, dieselben ebenfalls dem Lymphsysteme anzureihen und sie als ausgedehnte, interstitielle aufzufassen, deren Flüssigkeit dem

serum gleich und den Blutgefässen entstammend, gleichsam zwischengeschoben ist zwischen diesen und dem lymphatischen Subarachnoidealraume und einerseits durch die Gewebsinterstitien der Spinnwebehaut mit der Flüssigkeit dieses, andererseits dann, wenn aus ihnen der *aquaeductus vestibuli* hervorgeht, durch die Flüssigkeit des endolymphatischen Raumes, die durch exosmotische Strömungen in die Peripherie sich ergiesst, durch die aus diesem entstehenden Röhre mit einem ausserhalb des Schädels gelegenen Lymphgefässe in Verbindung steht, oder durch den perilymphatischen Raum mit einem perivasculären Lymphraume der *jugularis*. Aus leicht begreiflichen Gründen nehme ich an, dass der Strom aus dem Schädelraume in das Labyrinth, aus diesem in das *cavum perilymphaticum* und aus diesem durch das *foramen rotundum* und den *aquaeductus cochleae* weiter geht, und dasselbe statuire ich auch für die Plagiostomen, mit dem Unterschiede jedoch, dass ich einstweilen wegen unserer bisherigen Kenntnisse des *canal du tube ascendent* anzunehmen genöthigt bin, dass derselbe sich zu einem supracraniellen *cavum lymphaticum* oder *serosum* begiebt. Das Verhalten bei den Eidechsen würde meiner Ansicht nach als ein Uebergang zu denjenigen Formen zu betrachten sein, bei denen die Vorhofswasserleitung in das *cavum cranii* mündet.

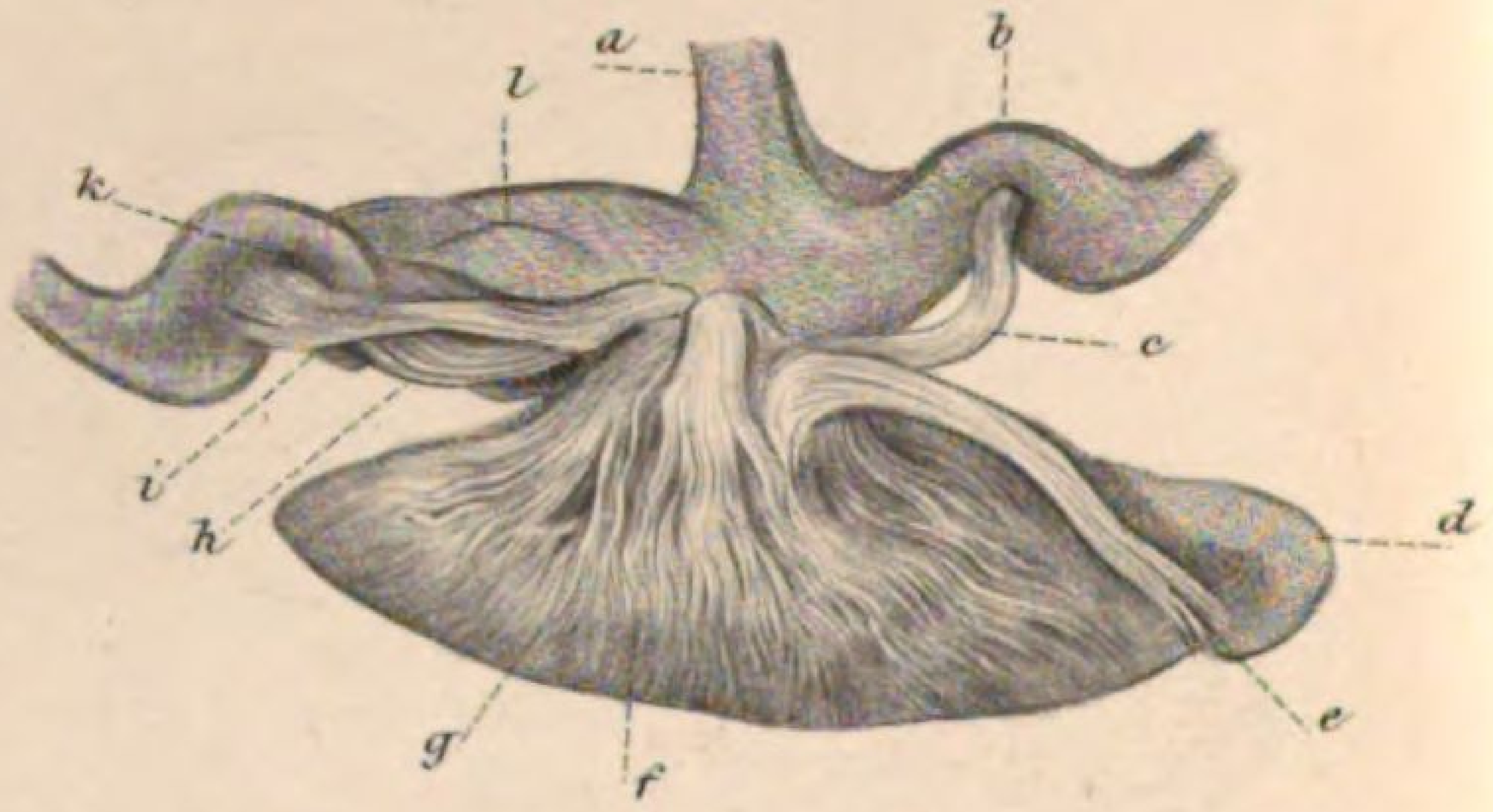
Dies der Bau des Gehörorgans der Fische, aus dem man deutlich ersehen wird, dass gegenüber den übrigen Wirbelthierclassen keine principiellen Differenzen auf morphologischem Gebiete vorhanden, und was den histologischen Bau des Organs bei den Plagiostomen betrifft, so brauche ich nur auf die Angaben M. Schultze's zu verweisen, die meiner Ansicht nach den meinen nicht so ferne stehen, als dass man nicht annehmen sollte, es sei derselbe wie bei den Teleostiern. Immerhin würde mit Bezug auf die *cupula terminalis* und besonders auf das Nervenepithel eine erneute Untersuchung gewiss am Platze sein.

Würzburg, im Herbst 1870.

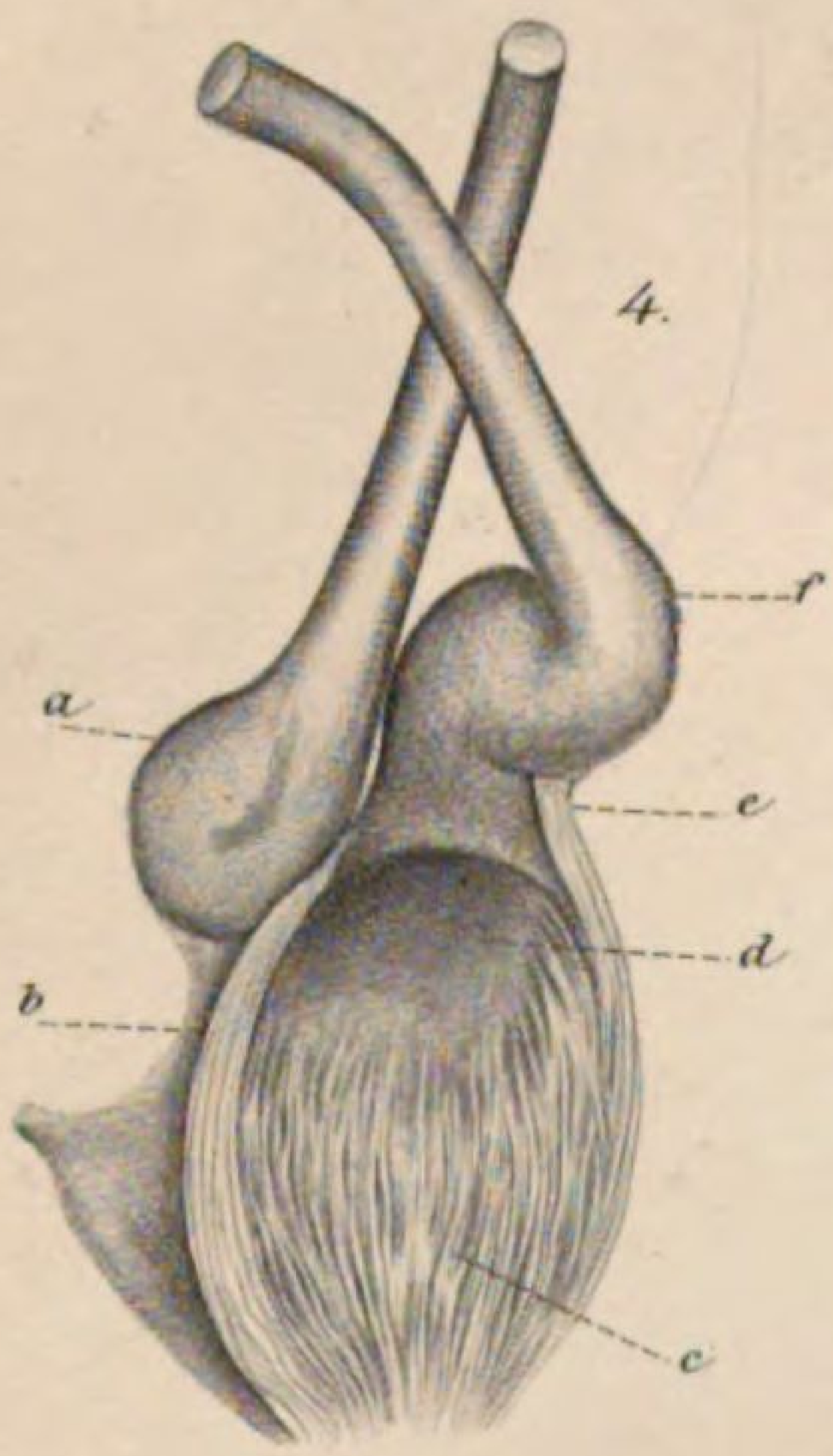
1.



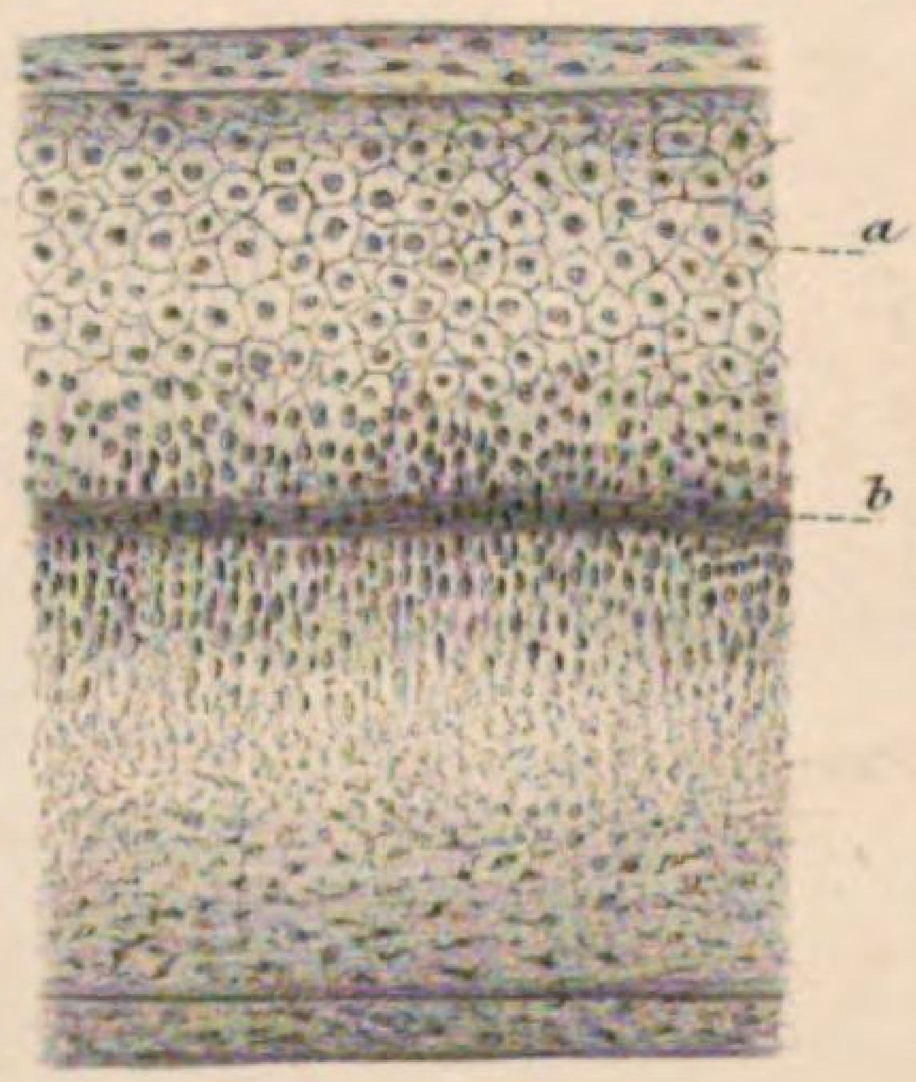
2.



4.

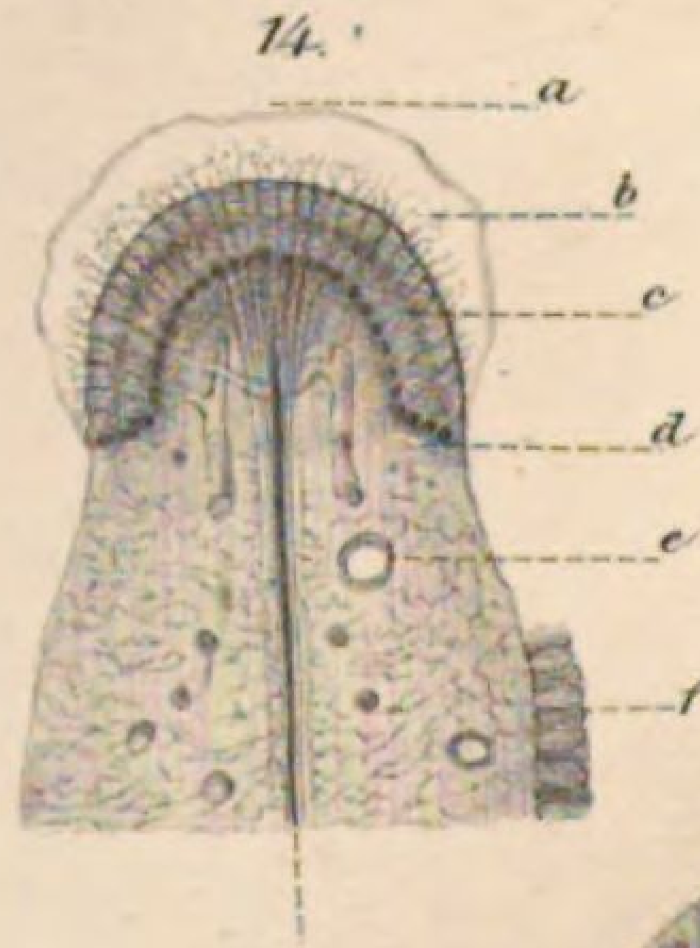


6.

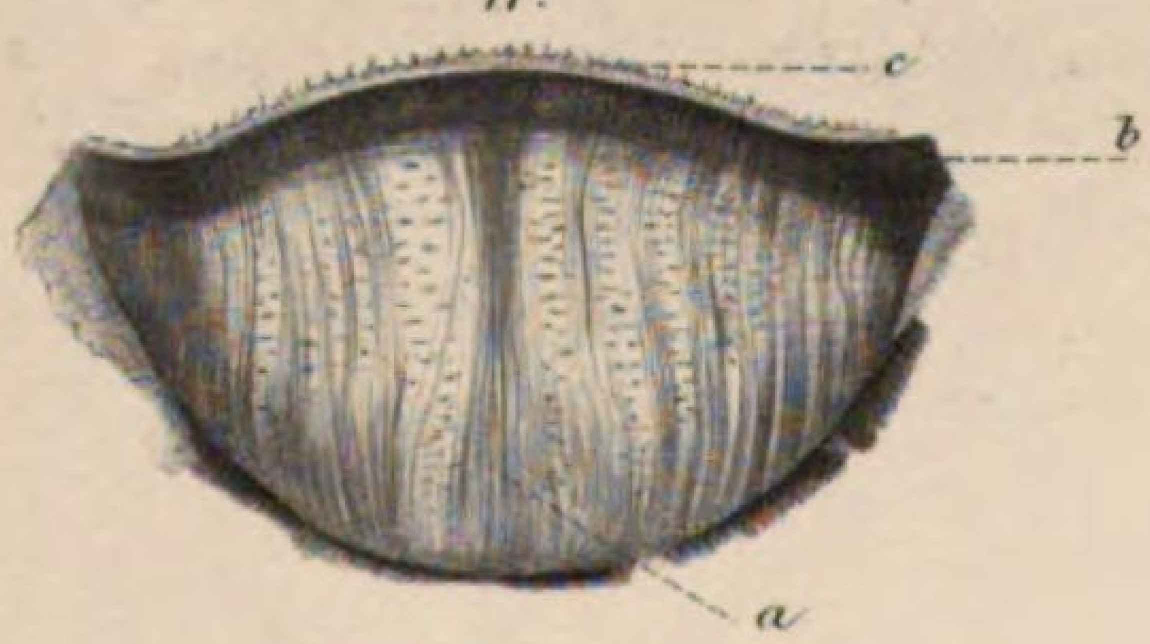




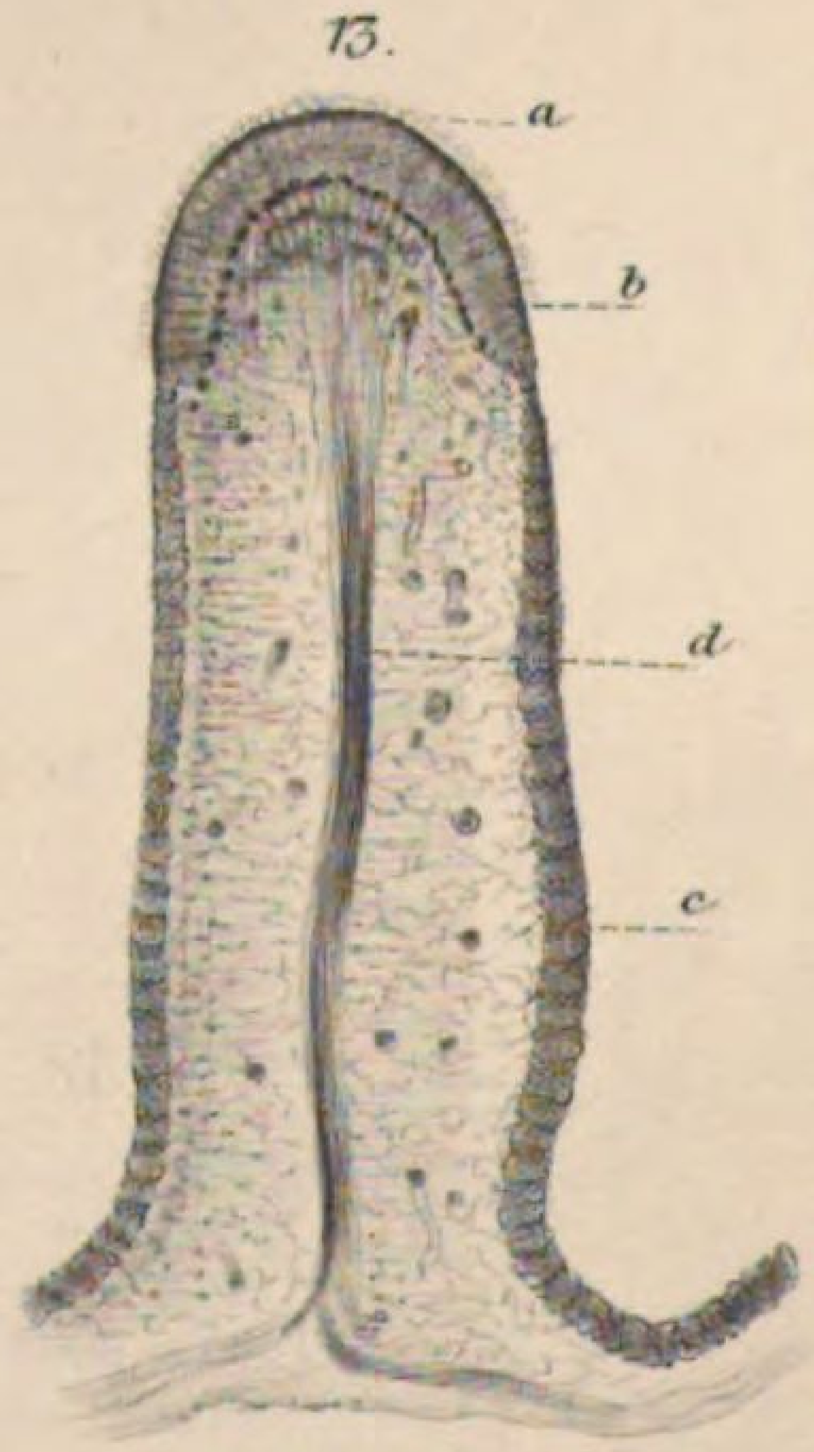
14.



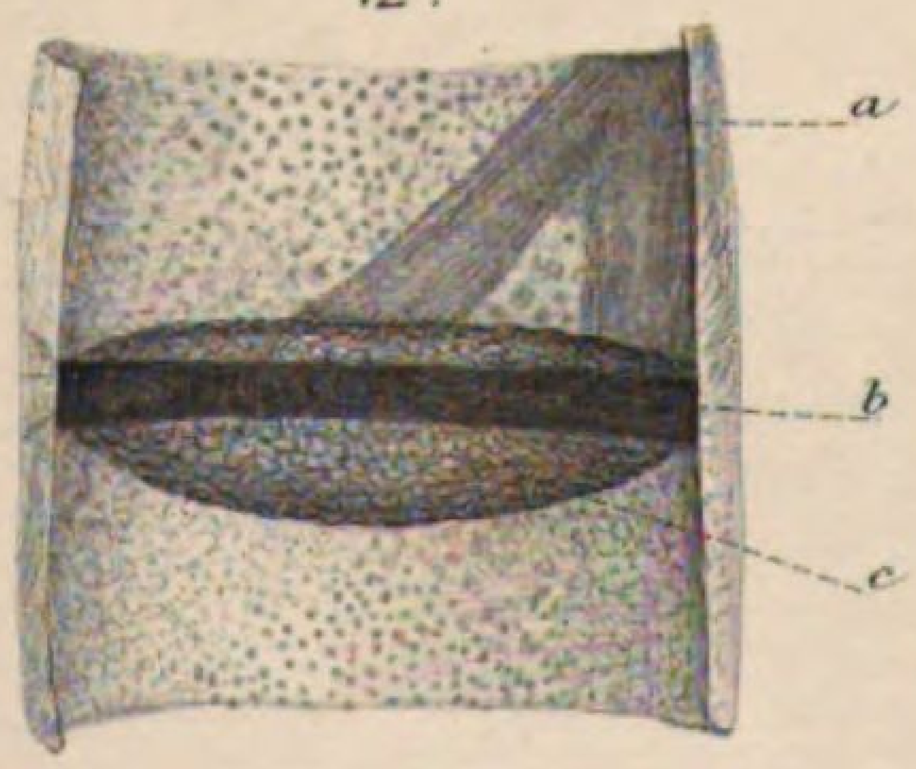
11.

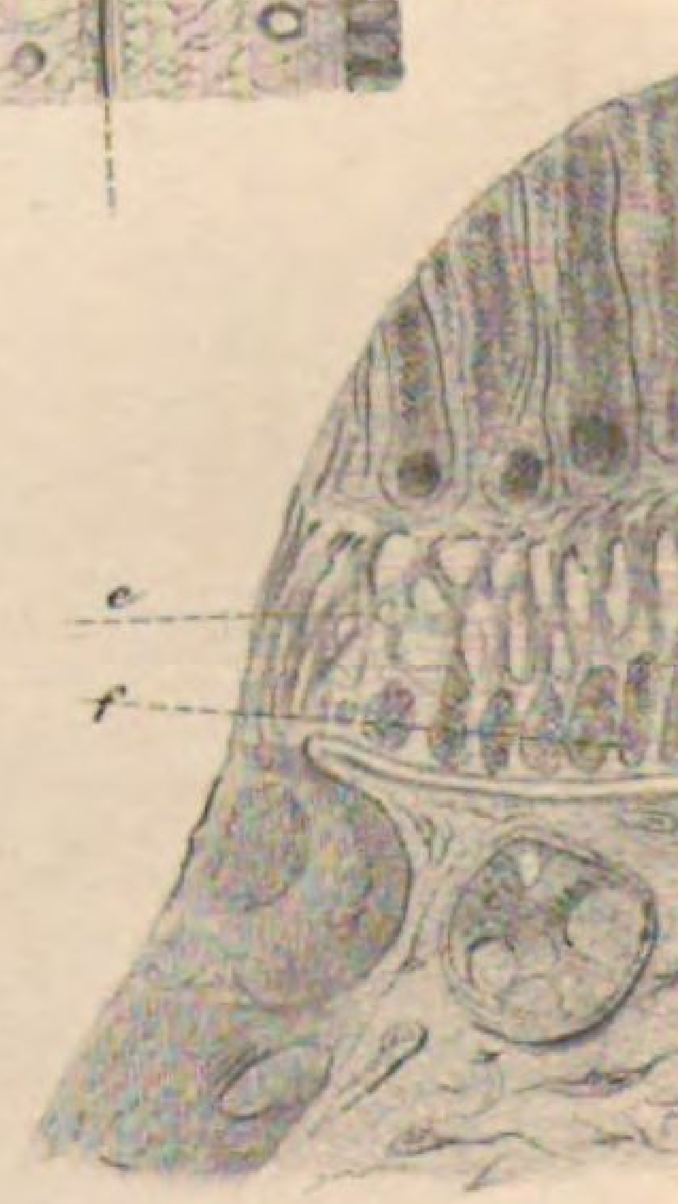


13.

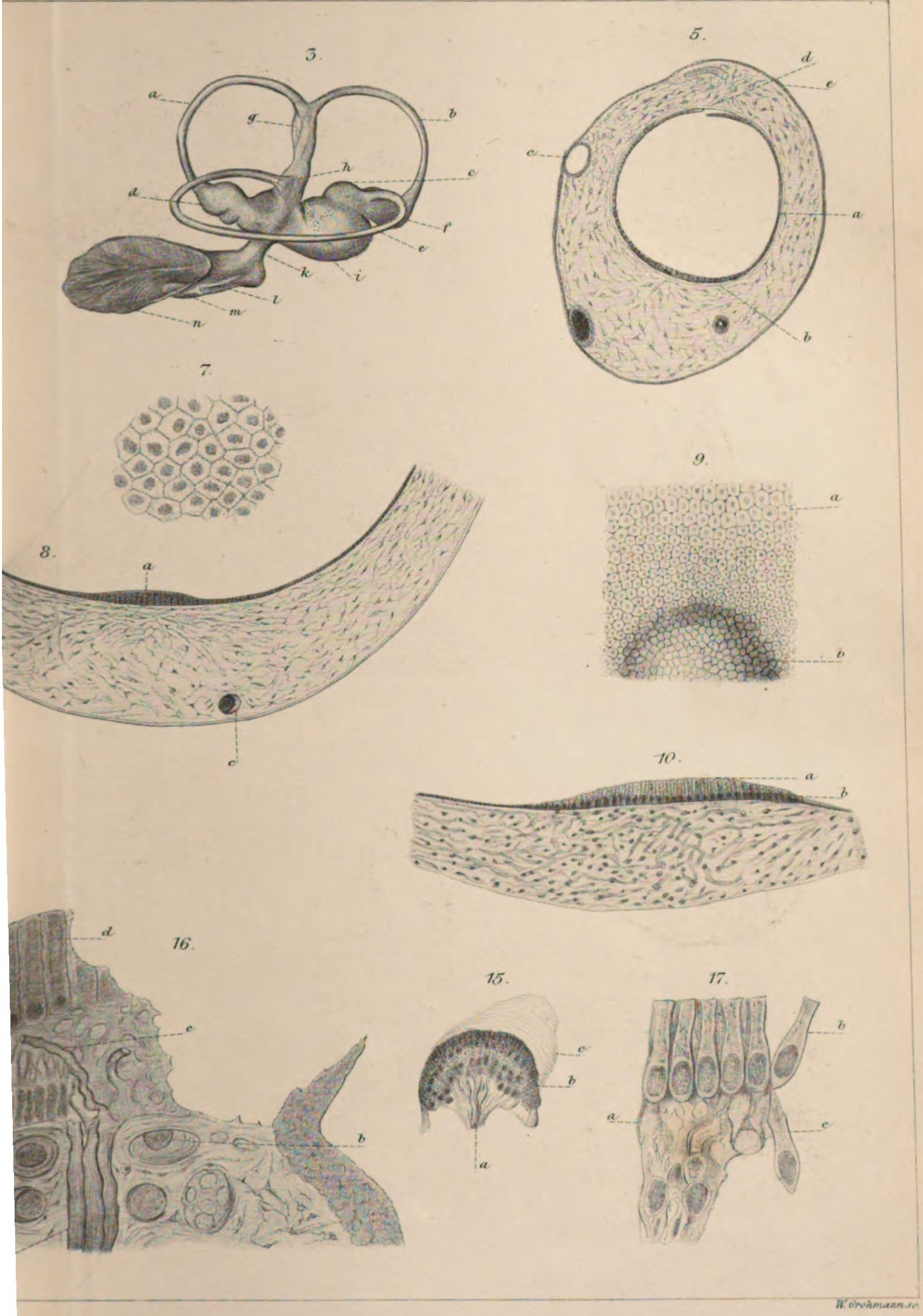


12.





Wittmaack del.



W. Grohmann sc.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIX. Fig. 1. Vergr. $^5/_1$. Isolirtes häutiges Gehörorgan von *Perca fluviatilis* von aussen gesehen. *a*. Commissuranhang. *b*. frontaler Bogengang. *c*. horizontaler Bogengang. *d*. sagittaler Bogengang. *e*. frontale. *f*. sagittale. *g*. horizontale Ampulle. *h*. Commissur der verticalen Bogengänge. *i*. trichterförmige Einmündung des horizontalen Gangs. *k*. Schnecke. *l*. *sacculus* mit gefalteter Aussenwand.

" Fig. 2. Vergr. $^{20}/_1$. Häutiges Gehörorgan eines *Pleuronectes* von innen gesehen. *a*. Unteres Ende der Bogengangcommissur. *b*. frontale Ampulle mit durchschimmernden Dachstreifen. *c*. Nervenast derselben. *d*. Schnecke. *e*. Schneckenast. *f*. *sacculus*. *g*. Sacknerv. *h*. Nervenast des *recessus utriculi*. *i*. Nervenast der sagittalen Ampulle. *k*. *l*. Dach der horizontalen Ampulle.

" Fig. 3. Vergr. $^5/_1$. Isolirtes, häutiges Gehörorgan von *Cyprinus orfus* von aussen gesehen. *a*. frontaler. *b*. sagittaler. *c*. horizontaler Bogengang. *d*. frontale. *e*. horizontale. *f*. sagittale Ampulle. *g*. Commissur der Gänge. *h*. trichterförmige Einmündung des horizontalen Bogengangs. *i*. *recessus utriculi*. *k*. Verbindungsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus*. *l*. *sacculus*. *m*. Communicationsöffnung zwischen Sack und Schnecke.

" Fig. 4. Vergr. $^5/_1$. Zusammenstehende Ampullen und *recessus utriculi* von *Cyprinus carpio*. *a*. Horizontale Ampulle. *b*. Nervenast derselben. *c*. Nervenausstrahlung am *recessus utriculi*. *d*. *e*. Nervenast der sagittalen Ampulle. *f*.

" Fig. 5. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch einen Bogengang von *Perca*. *a*. Pflasterepithel. *b*. Epithel der *raphe*. *c*. Gefässdurchschnitt. *d*. Spindelknorpelmasse. *e*. scheinbares Epithel der Aussenwand der Hülle angehörig.

" Fig. 6. Vergr. $^{120}/_1$. Concave Fläche eines Bogengangs von *Perca* von innen gesehen, *a*. Pflasterzellen. *b*. *raphe*.

" Fig. 7. Vergr. $^{350}/_1$. Pflasterzellen des Bogengangs von *Perca*.

" Fig. 8. Vergr. $^{120}/_1$ Querschnitt durch ein Ampullendach von *Perca*. *a*. Cylinderzellen des Dachstreifens. *b*. Pflasterzellen. *c*. Gefässdurchschnitt.

" Fig. 9. Vergr. $^{120}/_1$. *planum semilunatum* einer verticalen Ampulle von *Perca*, von der Fläche betrachtet. *a*. Zellen aus der Umgebung des *planum semilunatum*. *b*.

" Fig. 10. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch das *planum semilunatum* einer Ampulle von *Perca*. *a*. Cylinderzellen des *planum*. *b*. Pflasterzellen.

" Fig. 11. Vergr. $^{40}/_1$. Die *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Perca* von der Fläche gesehen. *a*. Nervenbündel. *b*. Nervenepithel. *c*. Hörhärchen.

" Fig. 12. Vergr. $^{40}/_1$. Ampullenboden mit der *crista acustica* der sagittalen Ampulle von *Perca*. *a*. Nervenast. *b*. *crista*. *c*. Seitlicher Wulst an der Leiste.

Taf. XIX. Fig. 13. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch die *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. Gehörhärchen. *b*. Nervenepithel. *c*. Epithel des Leistenabhangs. *c*. Nervenbündelchen.

,, Fig. 14. Vergr. $^{120}/_1$. Oberes Ende der *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus* auf dem Querschnitt. Osmiumsäurepräparat. *a*. *cupula terminalis*. *b*. Hineinragende Gehörhärchen. *c*. Nervenepithel. *d*. Einsenkung am Fusse des Kamms der *crista*. *e*. Gefässdurchschnitt. *f*. Epithel des Abhangs der Leiste. *g*. Nervenbündel.

,, Fig. 15. Vergr. $^{120}/_1$. Losgelöstes Nervenepithel aus den Ampullen von *Cyprinus*. *a*. fächerförmig ins Epithel eintretende Nervenfasern. *c*. Nervenepithel. *b*. Vom Epithel abgehobenes und in die Höhe geschlagenes Stück der *cupula terminalis*.

,, Fig. 16. Vergr. $^{750}/_1$. Ende der *crista acustica* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. dunkel contourirte Nervenfasern. *b*. Gefässdurchschnitte. *c*. im Epithel verlaufende markhaltige Nervenfaser. *d*. Stäbchenzellen ohne Haare. *e*. Protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *f*. Nerven derselben.

,, Fig. 17. Vergr. $^{750}/_1$. Isolirtes Nervenepithel der *crista acustica* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. Protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *b*. Stäbchenzelle. *c*. Zahnzelle.

Taf. XX. Fig. 18. Vergr. $^{450}/_1$. Die halbe *cupula terminalis* der *crista acustica* einer verticalen Ampulle von *Cyprinus* von der dem Nervenepithel aufliegenden Fläche gesehen. *a*. Streifen der *cupula*. *b*. Löcher derselben.

,, Fig. 19. Vergr. $^{40}/_1$. Der Commissuranhang von *Perca* geöffnet. *a*. Commissur der verticalen Bogengänge. *b*. Commissuranhang.

,, Fig. 20. Vergr. $^{40}/_1$. *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus* von der Innenwand betrachtet. *a*. durch die Wand schimmernder Gefässplexus. *b*. *macula acustica*.

,, Fig. 21. Vgr. $^{450}/_1$. *A*. Pflasterzellengruppe aus dem *utriculus* von *Perca*. *B*. isolirte Zellen mit Spitzchen.

,, Fig. 22. Vergr. $^{450}/_1$. *A*. *B*. *C*. Zellgruppen vom Abhange der *crista acustica* der Ampullen von *Cyprinus*. *a*. helle. *b*. flaschenförmige Pigmentzelle.

,, Fig. 23. Vergr. $^{450}/_1$. Querschnitt durch die *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Perca*. Alkoholpräparat. *a*. Stäbchenzelle. *b*. protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen mit Querschnitten markhaltiger Nervenfasern. *c*. Zahnzellenkerne. *d*. Nervenbündel.

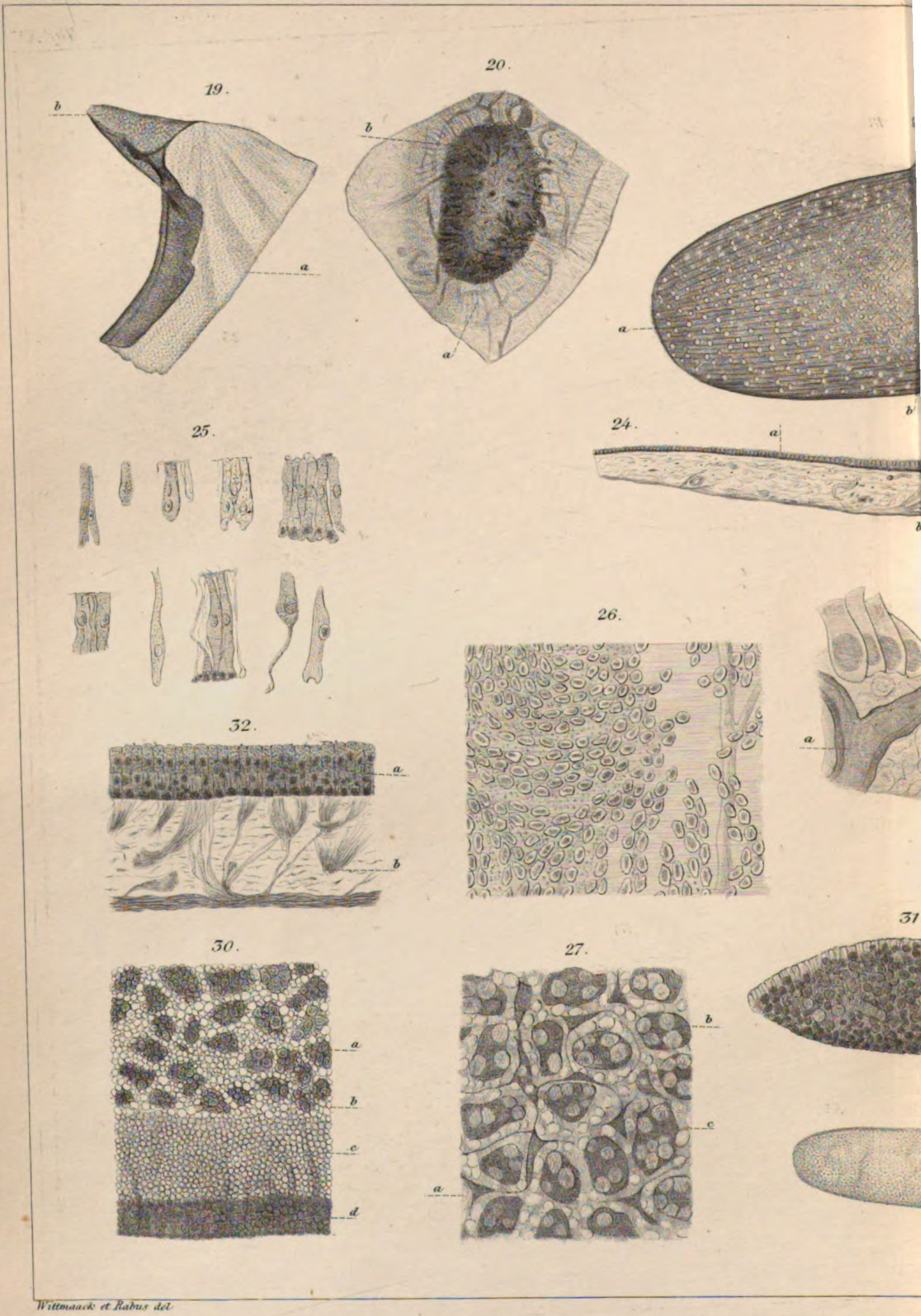
,, Fig. 24. Vergr. $^{120}/_1$. Querschnitt durch die *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus*. *a*. Epithelzellen aus der Umgebung des Nervenepithels. *b*. der *macula*. *c*. aufsteigende Nervenbündel.

,, Fig. 25. Vergr. $^{450}/_1$. Cylinderzellen aus der Umgebung der *macula acustica* des *recessus utriculi* von *Cyprinus*.

,, Fig. 26. Vergr. $^{50}/_1$. Wirtelförmige Anordnung der Zellen des *utriculus* von *Perca*.

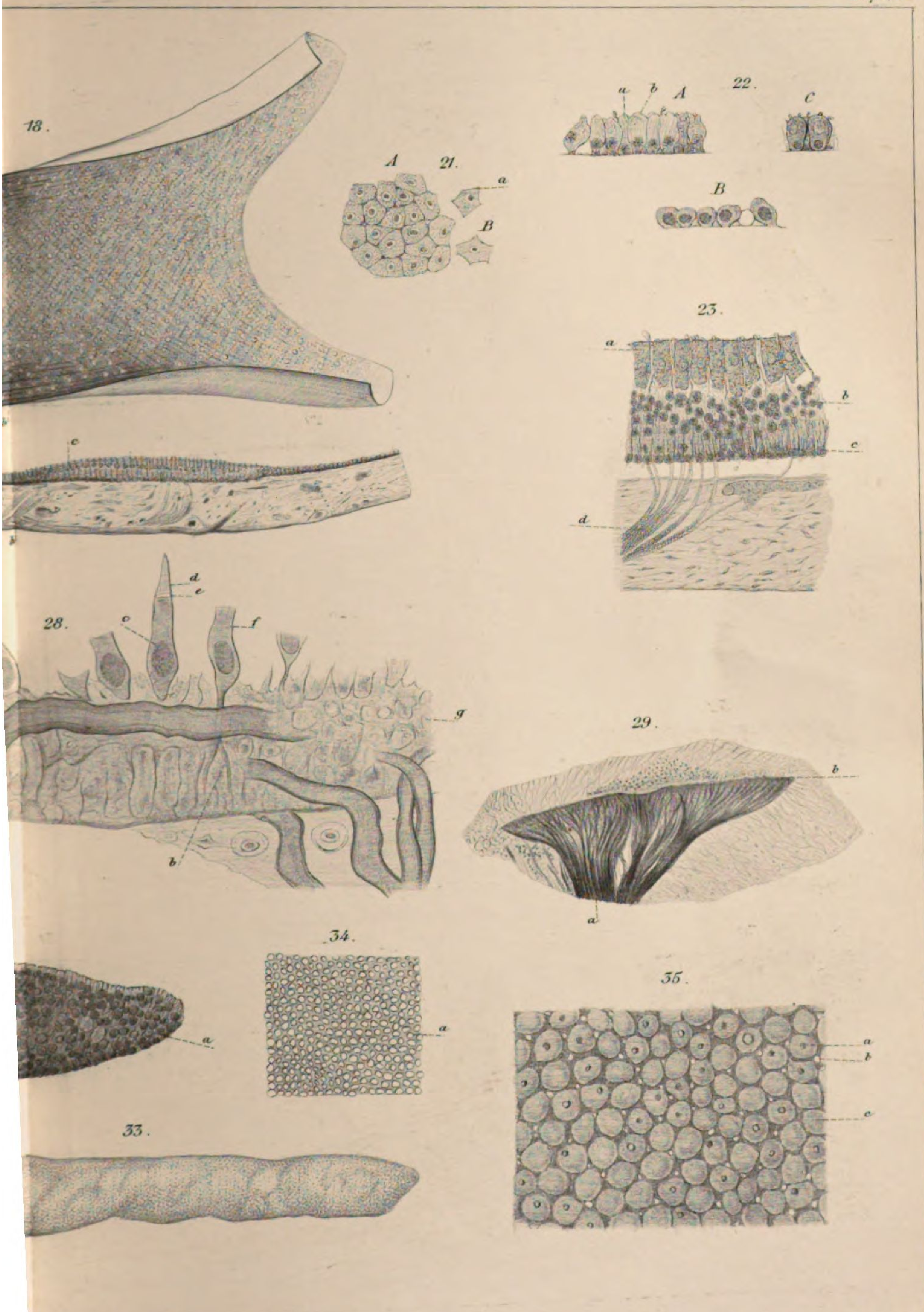
,, Fig. 27. Vergr. $^{450}/_1$. Epithelgruppe aus dem *utriculus* von *Cyprinus*. *a*. einzelne sternförmige Pigmentzelle. *b*. Gruppe flaschenförmiger Pigmentzellen. *c*. helle Zellen.

,, Fig. 28. Vergr. $^{150}/_1$. Querschnitt durch das Nervenepithel des *recessus utriculi* von *Cyprinus*, Osmiumsäurepräparat. *a*. innerhalb des Epithels

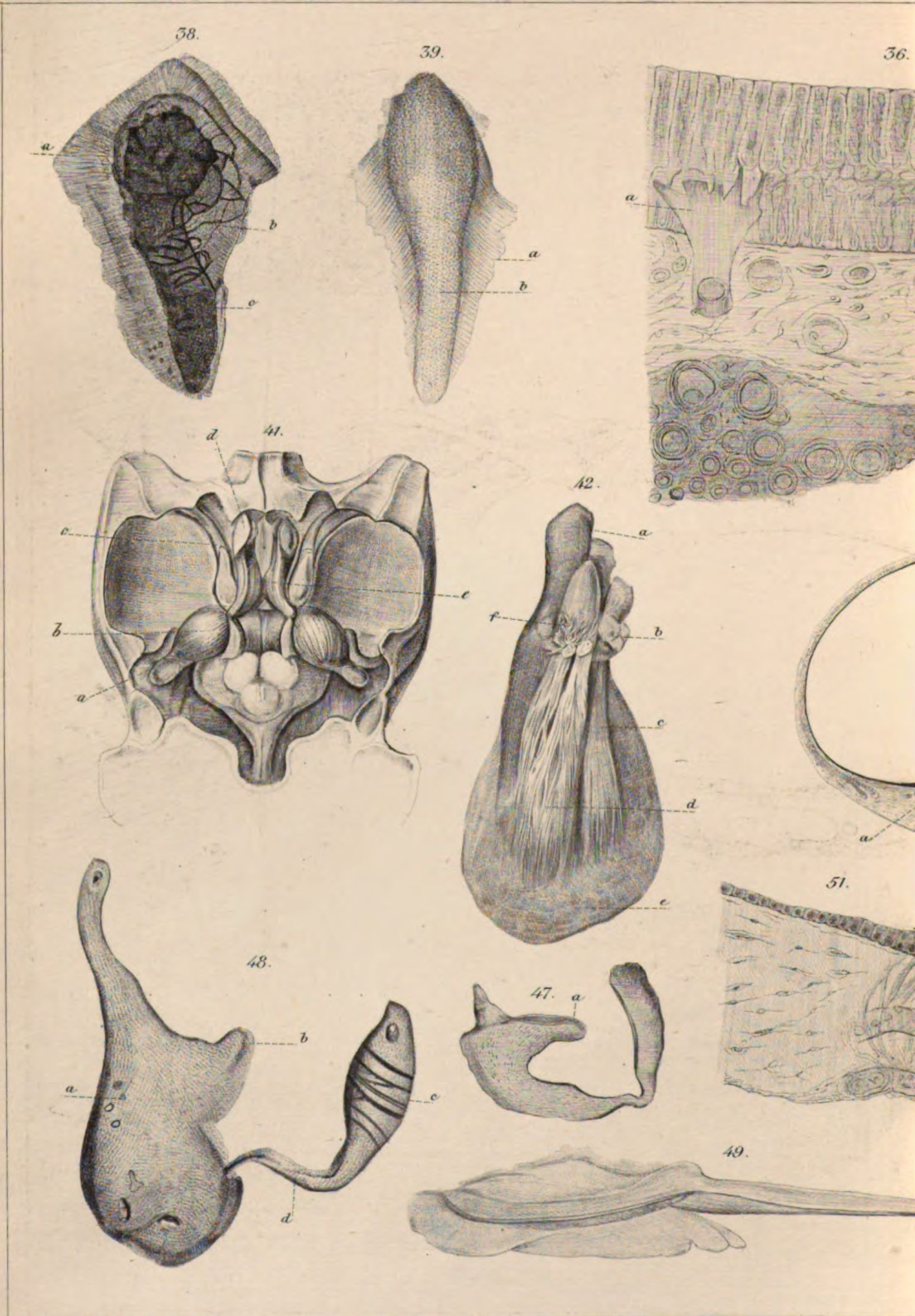


Wittmaack et Rabus del.

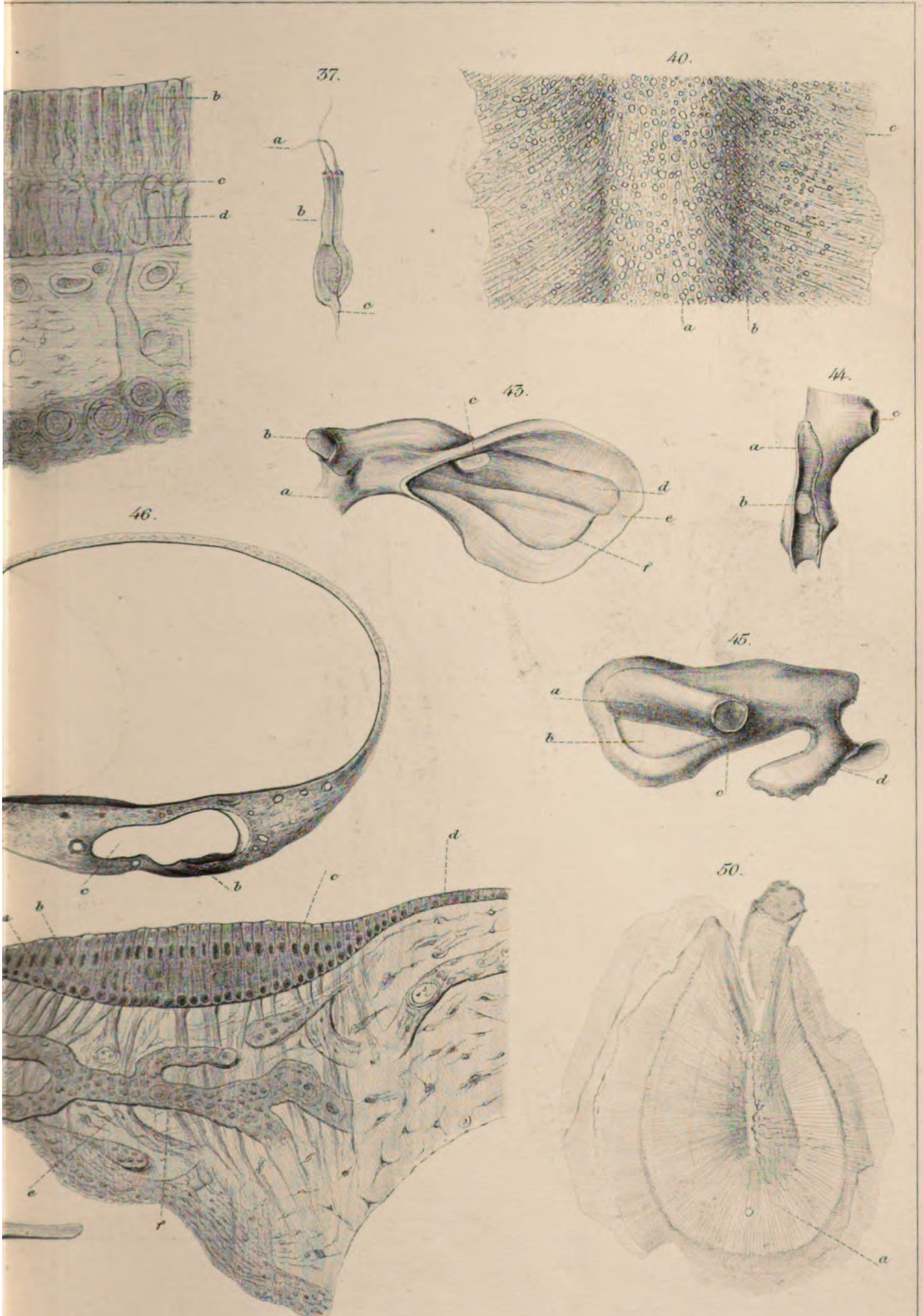
Taf. XX



W. Grohmann sc.



Wittmaack et Rabus del.



W Grohmann sc.

sich theilende markhaltige Nervenfaser. *b.* blasswerdende dunkle Nervenfaser ans untere Stäbchenzellenende gehend. *c.* Stäbchenzelle mit Kern. *d.* Gehörnerv. *e.* Verdickungssaum. *f.* verstümmelte Stäbchenzelle. *g.* protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen.

Taf. XX. Fig. 29. Vergr. $^{40}/_{1}$. Die *macula acustica* des *sacculus* von *Perca*. *a.* Sacknerv. *b.* *macula acustica.*

„ Fig. 30. Vergr. $^{450}/_{1}$. Epithelzellen aus der Umgebung des Gehörflecks des *sacculus* von *Perca* von der Fläche gesehen. *a.* Pigmentzellengruppe. *b.* helle Zellen. *c.* hohe Cyllinder. *d.* Nervenepithel.

„ Fig. 31. Vergr. $^{120}/_{1}$. Querschnitt durch den *ramus cochlearis* von *Pleuronectes*. *a.* Ganglienzellen.

„ Fig. 32. Vergr. $^{450}/_{1}$. Querschnitt durch die *macula acustica* des Sacks von *Perca*. *a.* Nervenepithel *b.* aufsteigende Nervenbündel.

„ Fig. 33. Vergr. $^{40}/_{1}$. Otolithenmembran des *sacculus* von *Perca*.

„ Fig. 34. Vergr. $^{450}/_{1}$. Stück der Otolithenmembran des *sacculus* von *Perca*. *a.* Löcher der Membran.

„ Fig. 35. Vergr. $^{750}/_{1}$. Nervenepithel aus der *macula acustica* des Sacks von *Perca*, von der Fläche betrachtet. *a.* stark lichtbrechendes Pünktchen. Optischer Querschnitt eines Gehörhärchens. *b.* Zahnzellen. *c.* Stäbchenzelle.

Taf. XXI. Fig. 36. Vergr. $^{750}/_{1}$. Querschnitt durch die *macula acustica* des Sacks von *Perca*, Osmiumsäurepräparat. *a.* dunkel contourirte im Epithel sich theilende Nervenfaser. *b.* Stäbchenzellen. *c.* protoplasmatisches Netzwerk der Zahnzellen. *d.* Zahnzellenkerne.

„ Fig. 37. Vergr. $^{500}/_{1}$. Isolirte Stäbchenzellen der *macula acustica sacculi* von *Perca*. *a.* Härchen. *b.* Stäbchenzellenkörper. *c.* varicöses Fäserchen am unteren Ende (Primitivfibrille).

„ Fig. 38. Vergr. $^{40}/_{1}$. *crista acustica* der Schnecke von *Perca*, von der Fläche. *a.* Ende der *crista* flach der Wand anliegend. *b.* durchschimmerndes Gefässnetz. *c.* eigentliche Leiste.

„ Fig. 39. Vergr. $^{40}/_{1}$. Otolithenmembran der Schnecke von *Perca* von der dem Nervenepithel zugewandten Fläche gesehen, *a.* seitliche über die *crista* hinausragende Verbreiterung. *b.* dem Nervenepithel aufliegender Membrantheil.

„ Fig. 40. Vergr. $^{450}/_{1}$. Stück derselben Membran von derselben Fläche betrachtet. *a.* Längsstreifen, dazwischen Löcher. *b.* die schrägen Streifen der seitlichen Flügel. *c.* zartes Ende derselben ohne Löcher.

„ Fig. 41. Vergr. $^{2}/_{1}$. Das häutige Labyrinth und das Gehirn von der Schädelbasis her freigelegt von *Cyprinus orfus*. *a.* zusammenliegende Ampullen. *b.* *recessus utriculi*. *c.* frontale Ampulle. *d.* Schnecke. *e.* *sinus impar*.

„ Fig. 42. Vergr. $^{20}/_{1}$. Unterer Theil des Labyrinths von *Cyprinus* von innen gesehen. *a.* Spitze des Sacks. *b.* *sinus impar*. *c.* Schneckennerv. *d.* Sacknerv. *e.* Ende der Schnecke mit Gefässnetzen. *f.* Stamm des Sacknerven.

„ Fig. 43. Vergr. $^{6}/_{1}$. Unterer Theil des häutigen Labyrinths von *Cyprinus* nach Wegnahme der Schneckenaussenwand. *a.* Verbindungsröhre mit dem *utriculus*. *b.* Sackspitze nach Wegnahme des kleinen, mützenartigen Aufsatzes. *c.* Oeffnung des Sacks in die Schnecke. *d.* durch-

schimmerndes Sackende. *e*. Ende der Schnecke. *f*. *macula acustica* derselben.

Taf. XXI. Fig. 44. Vergr. $^{6}/_{1}$. Die Verbindungsröhre zwischen *sacculus* und *utriculus* von *Cyprinus* von oben gesehen. *a*. Trichter am Boden des *utriculus*. *b*. Lumen der Verbindungsröhre. *c*. *sinus impar*.

,, Fig. 45. Vergr. $^{5}/_{1}$. Unterer Theil des häutigen Labyrinths von *Cyprinus* von innen gesehen. *a*. Sackende. *b*. *macula acustica* der Schnecke. *c*. *sinus impar*. *d*. Verbindungsröhre mit dem *utriculus*.

,, Fig. 46. Vergr. $^{40}/_{1}$. Durchschnitt durch die Mitte des Sacks und der Schnecke von *Cyprinus*. *a*. Aussenwand der Schnecke. *b*. *macula acustica* des Sacks. *c*. Sacklumen *d*. *macula acustica* der Schnecke.

,, Fig. 47. Vergr. $^{20}/_{1}$. Querschnitt durch die Spitze des Sacks von *Cyprinus*. a. leistenartiger Vorsprung, die eine Sackwand fehlt.

,, Fig. 48. Vergr. $^{20}/_{1}$. Querschnitt durch Sack und Schnecke an der Stelle der Communication der beiden. *a*. äussere obere Wand. *b*. Leistenvorsprung. *c*. Nervenbündel des Sacks. *d*. zarte Innenwand.

,, Fig. 49. Vergr. $^{40}/_{1}$. Otolith des *sacculus* von *Cyprinus*.

,, Fig. 50. Vergr. $^{40}/_{1}$. Otolith der Schnecke von *Cyprinus*. *a*. Vertiefung für die dem Nervenepithel aufliegende Otolithenmembran.

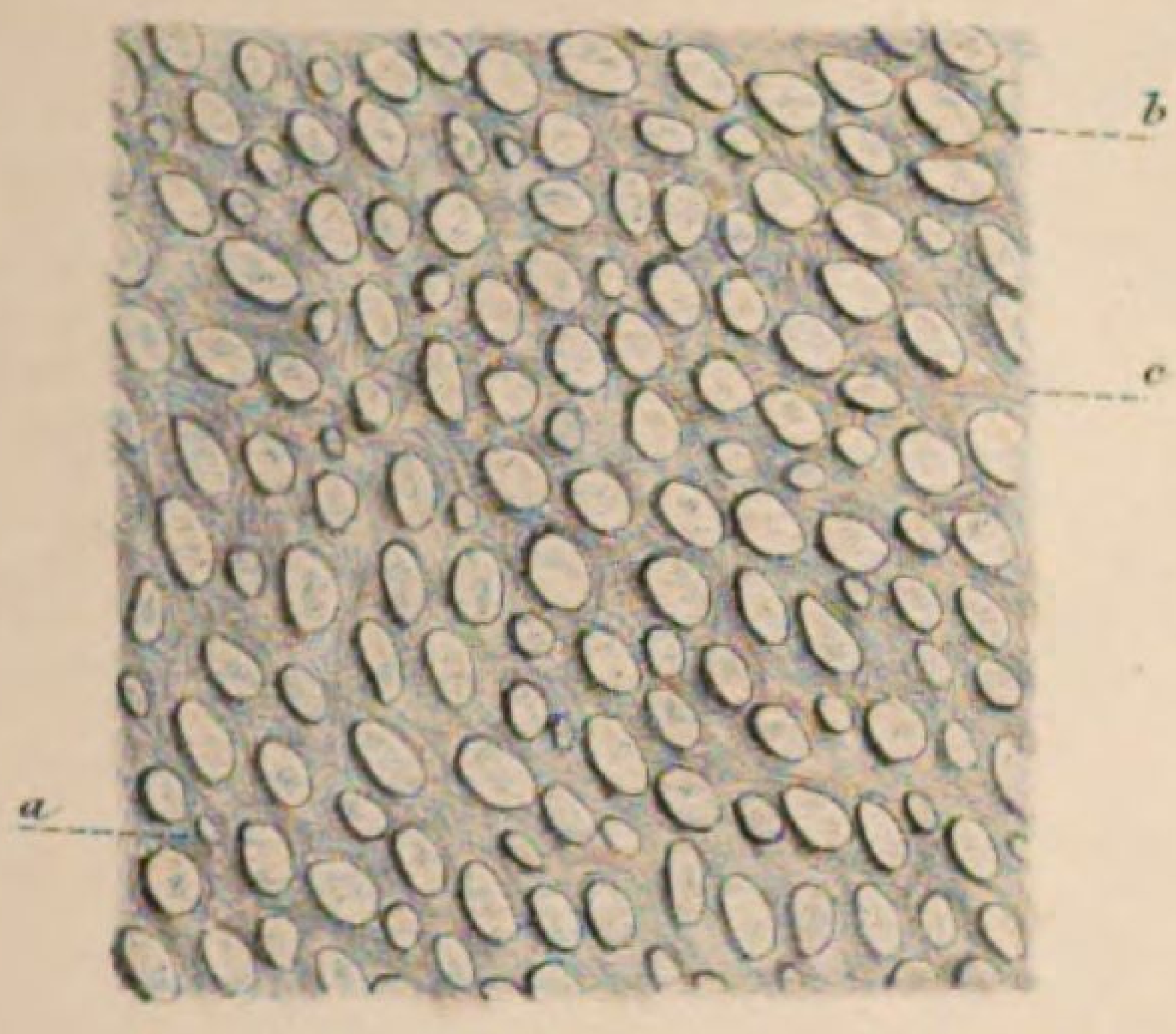
,, Fig. 51. Vergr. $^{700}/_{1}$. Querschnitt durch das Ende der Gehörleiste der Schnecke von *Perca*. *a*. Kerne der Zahnzellen. *b*. protoplasmatisches Maschennetz der Zahnzellen. *c*. Stäbchenzellen. *d*. Zellen in der Umgebung der *crista*. *e*. Gefäss. *f*. Nervenbündel.

Taf. XXII. Fig. 52. Vergr. $^{450}/_{1}$. Querschnitt durch Sack und Schnecke von *Cyprinus*. *a*. Sacklumen. *b*. dünne Sackwand. *c*. Gefässdurchschnitt. *d*. Nervenepithel der Schnecke.

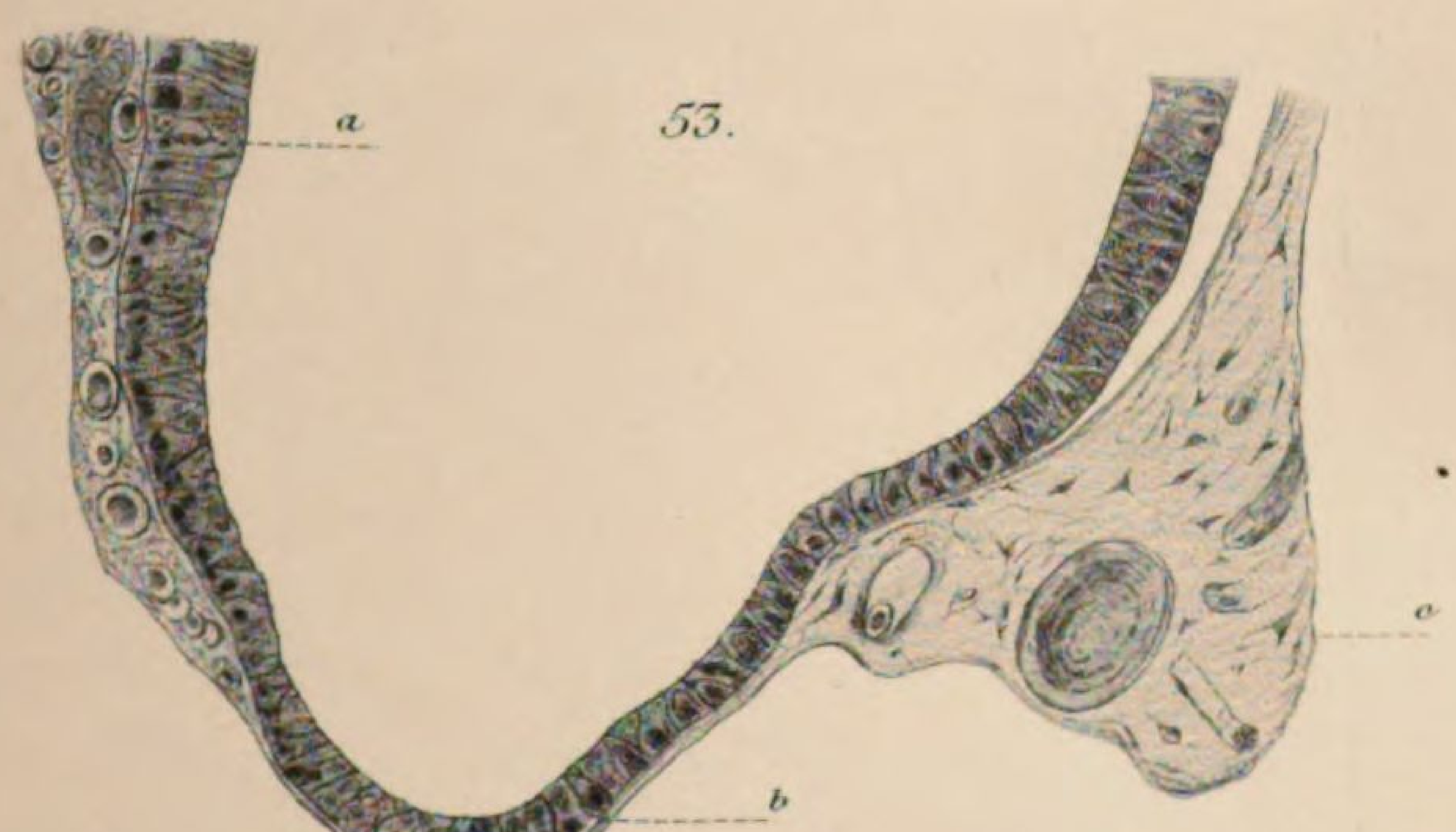
,, Fig. 53. Vergr. $^{450}/_{1}$. Stück eines Querschnitts durch den Sack von *Cyprinus*. *a*. Nervenepithel. *b*. zarte Sackwand. *c*. Spindelknorpelwand.

,, Fig. 54. Vergr. $^{700}/_{1}$. Stück der Otolithenmembran der Schnecke von *Cyprinus*. *a*. Eindruck von dem Zahnzellenende herrührend. *b* Oeffnung für ein Gehörhärchen. *c*. zwischenliegende homogene Substanzbalken.

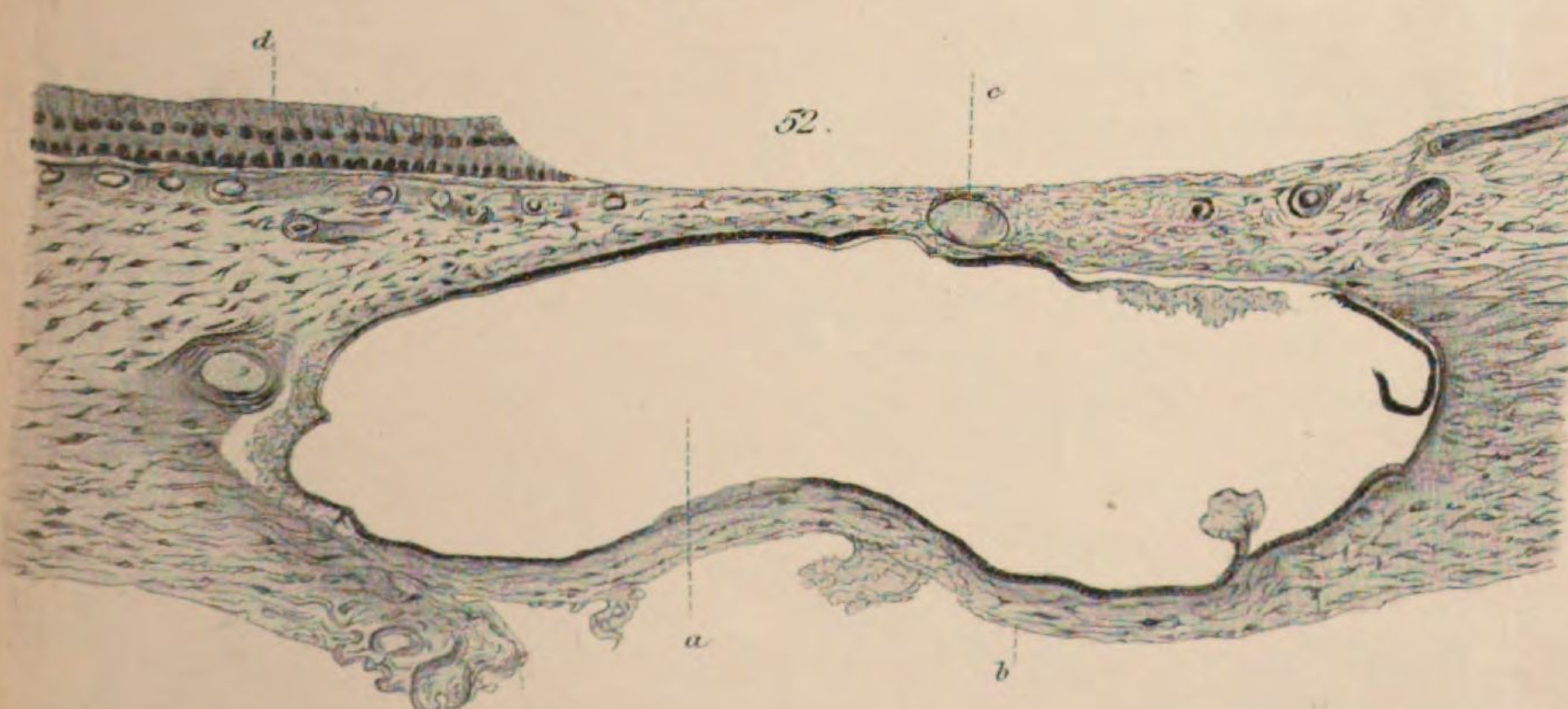
54.



53.



52.



Rabus del. W. Grohmann sc.

XI.

Ueber das Gehörorgan der Cyclostomen

von

H. Ketel, stud. med.

Mit Tafel XXIII. XXIV.

Wenn es gleich für einen Anfänger in der Wissenschaft kaum lohnend und fast vermessen erscheinen dürfte, sich behufs genauerer Untersuchungen und weiterer Forschungen über Gegenstände zu verbreiten, die schon früher von ausgezeichneten und anerkannt gewährstüchtigen Forschern einem genauerem Studium unterworfen waren, hielt ich, aufmerksam gemacht durch die neuesten Untersuchungen HASSE's über das Gehörorgan der Wirbelthiere und auf Anregung des genannten Forschers selber, es doch nicht für ein ganz hoffnungloses Unternehmen, die Untersuchung des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Myxine*, das ja schon mancher einer mehr oder minder tiefgehenden Betrachtung unterworfen hat, noch einmal wieder aufzunehmen. Vom Herrn Dr. HASSE von vorne herein über die genaueren Verhältnisse der vergleichenden Anatomie des Gehörorgans instruirt, wurde es mir beim Lesen der einschlägigen Literatur leicht, einzusehen, dass man entweder an einer hinreichend gründlichen und richtigen Untersuchung der genannten Gehörorgane zweifeln oder im anderen Falle eine Anreihung derselben an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere ganz fallen lassen müsste. Während nun letzteres seine grossen Bedenken haben musste und nur gerechtfertigt schien, wenn bis zur Evidenz erwiesen, dass die anatomischen Verhältnisse von *Petromyzon* und *Myxine* von denjenigen der übrigen Wirbelthiere so absolut verschieden sind, dass auch in rudimentären Andeutungen keine Vergleichung mehr zulässig schien, liess sich ein Zweifel an der Zulänglichkeit der vorhandenen Untersuchungen in dieser Hinsicht um so eher rechtfertigen, als man bei Einsicht in die bezügliche Literatur fast von jedem Forscher Resultate angegeben findet, die von denen seines Vorgängers mehr oder weniger abweichen.

Durch dieses Alles bewogen unternahm ich vor längerer Zeit eine neue Untersuchung in der Hoffnung, dass sich bei genauerer Betrachtung der einzelnen Theile und bei steter Berücksichtigung der vergleichend anatomischen Data doch wohl Momente finden würden, die eine unmittelbare Anreihung an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere erlaubten. In wie weit sich diese Hoffnungen bestätigten, soll jetzt die folgende Darstellung meiner Untersuchungsresultate darthun. Bevor ich indess dazu übergehe, dürfte es wohl nicht überflüssig sein, wenn ich die betreffenden Stellen aus der Literatur hier noch einmal kurz zusammenstelle, theils um die Ansichten der früheren Autoren ins Gedächtniss zurückzurufen, theils weil mir die Geschichte der betreffenden Untersuchung nicht uninteressant erscheint. Leider war es mir wegen Mangelhaftigkeit der hiesigen Bibliothek nicht vergönnt, alle die bezüglichen Schriften der einzelnen Autoren selbst durchzusehen, und ich bin deshalb genöthigt, die in dieser Beziehung entstandenen Lücken aus den Citaten zu ergänzen, die sich in J. MÜLLER's Schrift »Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*« finden.

Das Gehörorgan von *Petromyzon* wurde zuerst von DUMERIL, später nach einander von POHL, E. H. WEBER, BLAINVILLE, RATHKE, BRESCHET, J. MÜLLER und zuletzt von IBSEN untersucht. Arbeiten über den feineren Bau finden wir von HUBERT REICH und M. SCHULTZE. Ueber *Myxine glutinosa* existiren nur Angaben von RETZIUS, J. MÜLLER und IBSEN.

DUMERIL [1]) theilte im Jahre 1800 eine kurze Bemerkung über *Petromyzo* mit, worin er angiebt überhaupt halbcirkelförmige Canäle gesehen zu haben. Ausserdem constatirt er den Mangel eines Steines oder Kalkbreies im Labyrinth. Ueber die Zahl der gesehenen halbcirkelförmigen Canäle und den Bau des Labyrinths findet man bei ihm weiter keine Angabe.

POHL [2]) vermisst die halbcirkelförmigen Canäle ganz, vermuthet sie aber deshalb, weil sie sonst bei allen anderen Thieren constant seien. Das Innere des Gehörbläschens fand er mit wässriger Flüssigkeit und »*pulpa nervea*« ausgefüllt.

Darauf gab E. H. WEBER [3]) im Jahre 1820 eine etwas ausführlichere Beschreibung vom *Petromyzon*gehör. Er fand die Gehörkapsel genau einer sie umgebenden Knorpelkapsel entsprechend und an der

1) Anatomie des Lamproies. Mémoires d'anatomie comparée p. 130.

2) Expositio generalis anatomica organi auditus per classes animalium. Vindobonae 1818.

3) De aure et auditu hominis et animalium. Leipzig 1820. p. 15—17.

der Schädelhöhle zugewandten Seite der letzteren zwei Oeffnungen, eine untere ovale, grössere, von einer festen elastischen Membran verschlossen, zum Durchtritt für den *n. acusticus*, und eine obere, sehr kleine, zum Durchtritt für ein Gefäss. Die elliptische Höhle der sonst überall geschlossenen Knorpelkapsel füllt eine durchsichtige, häutige, mit Wasser getrübte Blase aus, welche der Kapsel nur an den beiden Oeffnungen adhärirt. Die Blase ist durch Falten nach innen in mehrere Zellen, namentlich in eine obere grössere und eine untere, kleinere getheilt; sie nimmt den *n. acusticus* auf, der in eine pulpöse Masse verwandelt die Wände der Blase überzieht. Als auffallend und erwähnenswerth findet er den Mangel des Sacks, der Otolithen und der halbcirkelförmigen Canäle. Er beobachtete zwar auf der äusseren, oberen Fläche zwei gekrümmte Falten, die oben durch eine unpaare Falte verbunden waren, hielt diese jedoch nach mehrfacher genauer Untersuchung nicht für halbcirkelförmige Canäle, sondern für wahre Falten, die vielleicht Rudimente von *can. semic.* darstellen möchten. Nach solchem Befunde kann es uns eben nicht auffallen, wenn Weber das Gehörorgan von *Petromyzon* für noch niedriger organisirt hält, als das der Krebse und Sepien.

Blainville [1]) läugnet ebenso jede Spur eines Sacks, von halbcirkelförmigen Canälen und von Kalkconcrementen und giebt nur an, dass das *vestib. membranaceum* kaum durch Falten in zwei oder drei Abtheilungen getheilt sei.

Rathke [2]) bestätigte bei *Petromyzon fluviatilis* nur die Untersuchungen von E. H. Weber und kommt, in Folge dessen ebenfalls zu dem Schlusse, dass das Gehörorgan der *Cyclostomen* so einfach sei, wie nur überhaupt ein Gehörorgan sein könne.

Aus den Untersuchungen von Breschet theilen Cuvier und Dumeril [3]) in ihrem Berichte an die Academie der Wissenschaften Folgendes mit: »Es giebt weder halbcirkelförmige Canäle, noch auch Falten, welche dieselben repräsentiren könnten; was man für halbcirkelförmige Gebilde halten könnte und auch fast so aussieht, sind einfache Züge von Otolithenmassen, welche der Innenfläche des *vestib. membr.* aufliegen.« Die kleinere obere, dem *cavum cranii* zugewandte Oeffnung in der Knorpelkapsel hält Breschet nicht zum Durchtritt

1) De l'organisation des animaux ou Principes d'anatomie comparée. Paris 1822. p. 564.

2) Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke. Danzig 1826. p. 87.

3) Rapport fait à l'academie royale des sciences, séance du 6 Septembre 1830 sur un mémoire de M. Breschet, sur les organes de l'audition des poissons par M. M. Cuvier et Dumeril. Annales des sciences naturelles T. 21. Paris 1830. p. 130.

von Gefässen bestimmt, sondern für einen *aquaeductus vestibuli*. Dieselbe Ansicht wird von Breschet auch noch im Jahre 1838 vertreten in seinem Werke: »Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons.«

Noch in demselben Jahre, in welchem dies letztere Werk von Breschet erschien, trat dann auch J. Müller mit seiner Schrift: »Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den *Cyclostomen*« hervor, um damit den mannigfachen Streitigkeiten der früheren Autoren ein Ende zu setzen. Da ich im späteren Verlaufe auf diese Arbeit noch öfter wieder zurückkommen muss, so will ich vorläufig nur andeuten, dass Müller zwei halbcirkelförmige Canäle nachwies und zeigte, dass die bisherigen Irrthümer über dieselben nur daraus entstanden waren, weil man niemals zu der Erkenntniss gekommen, dass das eigentliche Labyrinthbläschen noch von einer häutigfaserigen Hülle umgeben sei, welche die feineren Formen desselben ganz verdecke. Die Bogengänge entspringen nach ihm mit drei-getheilten Ampullen aus dem Vestibulum, welches selber durch eine in der frontalen Mittellinie verlaufende Einziehung, *sulcus frontalis* in eine vordere und hintere, genau symmetrische Zelle getheilt wird. An der Unterfläche des Vestibulum wies er noch einen sogenannten sackartigen Anhang nach, der angeblich ebenfalls symmetrisch zum *sulcus frontalis* liegen sollte. Otolithen und krystallinisch-pulverige Elemente war aber auch er nicht im Stande nachzuweisen.

Nach Müller finden sich dann noch von Ibsen in seinen vergleichend anatomischen Untersuchungen des Gehörorgans der Wirbelthiere Angaben über *Petromyzon*. Leider liegen mir, trotz der angestrengten Bemühungen des Herrn Dr. Hasse, von dieser Arbeit nur die Tafeln mit Erklärung vor, da der Text selber der Oeffentlichkeit noch immer vorenthalten wird. Ibsen unterscheidet an dem Labyrinthe einen oberen *saccus lapilli*, aus dem die zwei Bogengänge mit »*ampullae trifidae*« heraustreten, um später zu einer Commissur vereinigt, wieder in denselben einzumünden; den von J. Müller sogenannten sackartigen Anhang nennt er *sacculus lapilli*. Ob nun Ibsen die Namen *saccus* und *sacculus lapilli* nur aus vergleichend anatomischen Rücksichten gebraucht, oder ob er im vorliegenden Falle in beiden wirklich Otolithen gesehen hat, ist aus der Tafelerklärung leider nicht mit Bestimmtheit zu ersehen. Den *n. acust.* lässt er entsprechend der vorderen und hinteren Zelle des *saccus lapilli* in zwei symmetrische Aeste getheilt, von denen sich dann jeder Ast wieder in zwei Theile spaltet, an die *ampullae trifidae* herantreten. Der *sacculus lapilli* bekommt nach den Zeichnungen keinen Nerven.

Es erübrigt nun noch der Leistungen von H. Reich[1]) und M. Schultze[2]) üb erden feineren Bau von *Petromyzon* hier zu gedenken, indess dürfte es vielleicht zweckmässiger sein, dies bis später, wo ich zu der Schilderung des eigenen mikroskopischen Befundes übergehe, zu verschieben.

Die Literatur über das Gehörorgan der *Myxine* ist, soweit ich ihre Spuren verfolgen konnte, nur sehr spärlich. J. Müller giebt in seinem oben citirten Werke an, dass dasselbe von Retzius[3]) ganz der Natur entsprechend beschrieben sei, nämlich als aus einem cirkelförmigen häutigen Rohre bestehend, welches von der Gehörkapsel umschlossen wird. Aus seinen eigenen Untersuchungen geht hervor, dass er es ganz der ringförmigen Höhle der Knorpelkapsel entsprechend aus einem in sich selbst zurücklaufenden, einfachen, häutigen Canale ohne besonderes Vestibulum, ohne Sack, ohne Ampulle bestehend gefunden hat. Bedeutend weitgehender sind in dieser Beziehung die Beobachtungen von Ibsen. Nach seinen Zeichnungen bleibt das betreffende Gehörorgan zwar noch immer als im Ganzen ringförmig zu betrachten, aber es lässt sich doch eine beginnende Differenzirung in einzelne Theile nicht mehr verkennen. Er theilt den ganzen Ring in einen äusseren Theil, *ductus semicirc. ext.*, einen inneren, den *saccus lapilli cylindraceus* und zwei Ampullen, welche diese beiden Theile mit einander verbinden. Jede Ampulle bekommt einen Nerven und in dem unteren Theile des *saccus lap. cylind.* will er eine Lage von *Otoconien* gesehen haben. So viel über die Literatur des Gehörorgans der *Cyclostomen*, die, wenn auch nicht gerade reichhaltig und stellenweise von mir nur in kurzen Zügen wiedergegeben, doch wohl schon zur Genüge zu zeigen vermag, wie durch immer exacter gewordene Untersuchungen aus einem Organe, das noch Weber, Breschet u. a. für ein möglichst einfaches Bläschen hielten, allmählig ein Gebilde an den Tag trat, das an Einfachheit nicht bloss die Krebse und Sepien überragt, sondern uns schon durch seine äusserlich ziemlich complicirte Form zwingt, es dem Wirbelthiertypus unmittelbar anzureihen.

Ich komme jetzt zur Darlegung meiner eigenen Untersuchungen, die ich theils an frischen Spirituspräparaten von *Petromyzon fluv.*, theils an Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt waren, gemacht habe. Sämmtliche Exemplare von *Petromyzon* waren frisch ge-

[1]) Untersuchungen zur Ichthyologie von Dr. A. Ecker: Ueber den feineren Bau des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Ammocoetes* von H. Reich.

[2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Studien 1858: Ueber die Endigungsweise der Hörnerven.

[3]) Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1824 p. 408 (?).

fangen und noch lebend in Spiritus, resp. MÜLLER'sche Flüssigkeit gethan, so dass man wohl sicher sein kann, dass an den Epithelien und anderen leicht veränderlichen Gewebselementen keine störenden, postmortalen Veränderungen vorgegangen sind. Ein Versuch, lebende Thiere hierher zu befördern, ist leider misslungen, und ist dies Material dann nur zur Feststellung gröberer Formverhältnisse, aber durchaus nicht weiter histologisch verwendet worden. Material zur Untersuchung von *Myxine glutinosa* wurde mir in gut erhaltenen Spirituspräparaten vom Herrn Hofrath KÖLLIKER und Prof. CLAUS in Göttingen mit dankenswerther Freundlichkeit zur Verfügung gestellt.

Das Gehörorgan von *Petromyzon* findet man unmittelbar hinter dem Auge, etwas nach oben und innen von demselben in einer knorpligen Kapsel, welche von der Seitenwand des knorpligen Schädels ausgehend wie bei allen Wirbelthieren zwischen dem *foramen nervi trigem.* und dem *foramen jugulare* liegt. Sein grösster Höhendurchmesser von der Spitze, der Commissur der Bogengänge, bis zum Grunde, dem *fundus* des sackartigen Anhangs gemessen, weicht von der senkrechten um ein Unbedeutendes, vielleicht um 12^0 ab. Die Convergenz beider Gehörorgane nach hinten, wie wir sie bei *Myxine* so sehr ausgeprägt finden, ist viel unbedeutender und oft kaum ersichtlich. Die Knorpelkapsel, die ihrerseits nur von einer dünnen, eng aufliegenden Fettschicht und darauf weiter von einer ziemlich beträchtlichen Muskelschichte bedeckt ist, hat eine länglich ovale Gestalt, ungefähr die einer kleinen Bohne, deren Längendurchmesser 8^{mm}, deren Höhe 5^{mm}, und deren Breite fast 4^{mm} beträgt. Die Dicke des Knorpels, durchschnittlich circa 0,6^{mm}, ist nicht überall gleich; freilich ist es schwer, auf Querschnitten durch denselben erhebliche Unterschiede mit Sicherheit nachzuweisen, da man nicht immer überzeugt sein kann, dass man wirklich überall einen genauen Querschnitt vor sich hat, einen um so sichereren Beweis giebt aber die grössere Transparenz der leicht verdünnten Stellen. Wenn man nämlich die obere, äussere Wand des Knorpels bei durchfallendem Lichte betrachtet, so sieht man an den Stellen, die den Bogengängen, deren Commissur und den ampullären Erweiterungen entsprechen, lichte Züge in der Wand, an der frontalen Mittellinie aber, genau entsprechend dem *sulcus frontalis* des *vestibulum*, einen ziemlich dunklen Streifen. Kurz ausgedrückt wird man sagen können, dass überall da, wo die eigentliche Wand des Gehörbläschens dem Knorpel am engsten anliegt, dieser am dünnsten ist, und dass dort, wo die häutig-faserige Hülle am mächtigsten, dort auch der Knorpel am dicksten ist. An der dem *cavum cranii* zugekehrten inneren Wand zeigt der Knorpel zwei Oeffnungen, eine grössere untere und eine kleinere obere. Beide sind gewöhnlich durch eine schmale Knorpelleiste von einander getrennt,

jedoch kommt es auch vor, dass sie continuirlich zusammenhängen und ihre eigentliche Trennung nur durch eine Einschnürung angedeutet ist. Beide Oeffnungen sind durch eine sehr feste, derbe Membran verschlossen, die ich für die *dura mater* halte. Durch die Membran der unteren, grösseren Oeffnung tritt der *n. acusticus* mit dem *facialis* (Fig. 1, *A. F*). Da der *n. acusticus* sich schon in der Schädelhöhle in mehrere grössere Aeste, dann aber noch in eine Anzahl feiner Fädchen theilt, die alle gesondert durch die Membran hindurchtreten, so erhält dieselbe dadurch eine exquisit siebförmige Beschaffenheit (Fig. 1 *Mcr*), wie sie auch schon von Breschet angegeben wurde. Die obere Membran zeigt, ganz rein präparirt, gewöhnlich nur zwei kleine Oeffnungen. Durch dieselben treten nach meinen Untersuchungen ein grösseres Gefäss und der *aquaeduct. vestib.* (cf. oben Breschet und E. H. Weber).

Die mikroskopische Untersuchung des Knorpels zeigt, dass derselbe aus hyalinem Knorpelgewebe besteht (Taf. XXIII, Fig. 6). Die Zwischensubstanz ist hauptsächlich in der mittleren Zone äusserst spärlich im Verhältniss zu der Grösse der constituirenden Knorpelzellen, die auf dem Schnitte oval oder unregelmässig polygonal erscheinen und meist einen deutlichen Zellenkern zeigen. An den peripheren Schichten werden die Zellen alle länglich oval und stellen sich mit ihrer Längsaxe horizontal und parallel zur Aussenfläche des Knorpels. Die Zwischensubstanz wird hier sowohl am inneren, als am äusseren Schnittrande bei weitem mächtiger (Fig. 6).

Trägt man nun das Knorpelgehäuse, gleichviel an welcher Stelle, ab, so kommt man, wie J. Müller zuerst richtig gesehen hat, nicht sogleich auf die eigentliche Wandung des Gehörorgans, sondern man hat jetzt erst die von Müller sogenannte häutig-faserige Hülle vor sich, die das Gehörbläschen wie bei den übrigen Wirbelthieren überall, wenngleich an verschiedenen Stellen in verschiedener Mächtigkeit, eng einhüllt. Hebt man dieselbe nicht ab, so zeigt sich das ganze Organ, von oben gesehen, der Innenform des Knorpels entsprechend, als ein länglich rundliches Gebilde, an dem bei älteren Spirituspräparaten, in manchen Fällen aber auch bei frischen, auf der oberen Fläche nur zwei durchsichtige, von innen nach aussen divergirende Falten, auf der untern inneren noch ein rundlicher Fleck von gleicher Transparenz auffallend erscheinen. Bei ganz frischen Präparaten ist gewöhnlich gar kein oder nur sehr wenig Unterschied in der Transparenz zu erkennen, weil hier der Inhalt des Gehörbläschens und die häutig-faserige Hülle noch gleich durchsichtig sind, während sich später die letztere ungleich mehr trübt. Bei Präparaten von Exemplaren, die nicht lebend in Weingeist gesetzt waren, waren die Gerinnungen in den

divergirenden Falten fast immer so stark, dass dieselben sich eigentlich fast nie durch Durchsichtigkeit von den übrigen Theilen des Gehörorgans differenzirten, indess war es hier gewöhnlich sehr leicht, die häutig-faserige Hülle in grossen Fetzen abzupräpariren. Ich erwähne dies Alles nur deshalb etwas genauer, weil mir in der mehr oder minder ausgeprägt gefundenen Differenzirung der Theile jedenfalls ein Grund mit zu liegen scheint, dass es nach so mannigfacher Untersuchung des *Petromyzonten*gehörs erst J. Müller gelungen ist den richtigen Sachverhalt aufzudecken. Wie schon oben erwähnt, ist die häutig-faserige Hülle nicht überall von gleicher Dicke; auf den Bogengängen ist sie so dünn, dass es sehr selten gelingt sie vollständig abzuheben, und dass ihre Anwesenheit ohne Zuhülfenahme des Mikroskops hier nur durch Pigmentflecke, die in grösserer oder geringerer Anzahl in jede Hülle eingesprengt sind, erkenntlich wird. Fast ebenso dünn ist sie am Fundus des sackartigen Anhangs. An allen anderen Stellen richtet sich ihre Dicke genau nach der Form des eigentlichen Labyrinthbläschens. Ueberall dort nämlich, wo an demselben Einziehungen oder andere Niveauveränderungen vorkommen, verdickt sie sich um ebensoviel, als diese betragen, und lässt sie von aussen gesehen als mächtig erscheinen. In der oberen und unteren frontalen Mittellinie des Labyrinths ist sie deshalb besonders stark, weil die hier umhüllte Zone desselben eine spaltförmige Einziehung, *sulcus frontalis*, zeigt. Von der Innenwand der Knorpelkapsel lässt sie sich überall mit grösster Leichtigkeit abheben und zeigt sie mit dieser nirgends irgend welche Adhäsionen; nur dort, wo der *n. acusticus* und *facialis* und mit ihnen zugleich mehrere Gefässe an das Gehörbläschen herantreten, ist eine festere Anheftung an die die Knorpelkapsel vervollständigende Membran bemerkbar. Dasselbe findet man dort, wo der *aquaeductus vestib.* mit dem Gefässe durch die betreffende Membran tritt. Das mikroskopische Gefüge der häutig-faserigen Hülle besteht grösstentheils aus feinen Bindegewebsfasern, die nach verschiedenen Richtungen mit einander verwebt, sternförmige oder spindelförmige Zellen zeigen. Nur dort, wo die Membran sehr dick ist, werden die Fasern derber und fibrillär. Ausser den Bindegewebsfasern finden sich aber auch elastische Elemente in ziemlicher Menge, an manchen Stellen fast vorherrschend. An Gefässen, die, wie erwähnt, theils mit dem *n. acusticus*, theils neben dem *aquaeductus vestib.* in die Gehörkapsel hineintreten, ist die Hülle ausserordentlich reich. Die grösseren Stämme liegen immer in den Einziehungen der eigentlichen Labyrinthwandung; die feineren Aeste, die sich dann über die Flächen des Bläschens ausbreiten, zeigen nach mehrmaliger Theilung das Eigenthümliche, dass sie schliesslich nicht ein einfaches capilläres Netz bilden, sondern in grosse cavernöse Räume

übergehen, aus denen sich dann das venöse System erst wieder zusammensetzt. Der Raum, den dieses Gewebe somit zwischen dem häutigen Labyrinthe und dessen Kapsel ausfüllt, entspricht, wie leicht ersichtlich, dem *cavum perilymphaticum* der übrigen Wirbelthiere.

Nachdem man die häutig-faserige Hülle vollständig entfernt hat, bekommt man die eigentliche Wandung des Gehörorgans zu Gesicht, die nur noch an ihrer Unterfläche theilweise von massenhaften Nervenfäden bedeckt wird. Wenngleich die äussere Form des Gehörorgans seit den Untersuchungen von J. MÜLLER bedeutend von der früher so viel angeführten Einfachheit verloren hat, so lässt sie sich doch, ohne dass wir den bestehenden Verhältnissen Zwang anthun, ziemlich leicht auf eine ganz einfache Form zurückführen. Denken wir uns in der oben beschriebenen Knorpelkapsel ein länglich rundes Bläschen liegen, an dem in der frontalen Mittellinie ringsherum eine ziemlich beträchtliche Einschnürung sichtbar ist, die dieselbe in eine genau symmetrische vordere und hintere Zelle theilt, so haben wir ein ganz gutes Bild von dem, was MÜLLER vordere und hintere Vestibularzelle nennt (Taf. I., Fig. I., II. *v. v. v' v'*). Dass sich dann aus den vereinigten Vestibularzellen an der unteren, inneren Wand noch ein kleines Säckchen, der sackartige Anhang nach J. MÜLLER (Taf. I., Fig. 3. S.), hervorhebt, das der vorderen Zelle weniger, der hinteren mehr angehört, vermag die Einfachheit der äusseren Verhältnisse noch nicht zu trüben. Complicirter werden dieselben indess, wenn wir die zwei Bogengänge mit in Betracht ziehen. Nach J. MÜLLER und IBSEN entspringen dieselben mit dreigetheilten Ampullen, *ampullae trifidae* (Taf. I., Fig. 1, 2, 3 atr.), aus der vorderen unteren, resp. hinteren unteren Wand der Vestibularzellen und convergiren dann nach oben und innen, um an der oberen, inneren Wand derselben zu einer Commissur zusammengetreten (Taf. I., Fig. 1, 2 *ccs.*), wieder in dieselben einzumünden.

Betrachten wir das vollständige Gehörorgan in der Lage von oben, so fallen uns vor allem eine Commissur, divergirende Bogengänge und ein Stück einer *ampulla trifida* in die Augen; unter ihnen kommen dann noch sowohl medianwärts, als lateralwärts Theile der Vestibularzellen zu Gesicht, deren Dach nach aussen ziemlich schräge abfällt und weiter gar keine Eigenthümlichkeiten zeigt. Die vordere und ebenso die hintere Wand des *vestibulum* entziehen sich dem Auge fast ganz durch die ihnen aufliegenden Abtheilungen der *ampullae trifidae*. Aus dem kolbig erweiterten, peripheren Ende (Fig. 1, 2 *a*) der Bogengänge, die ich aus später anzugebenden Gründen allein für die Ampullen gelten lassen möchte, entstehen hier nämlich die sogenannten Seitenabtheilungen der Ampullen, die wir ihrer Lage nach vorläufig jedoch

besser als innere (Fig. 1 und 2 *pia*) und äussere Abtheilung (*pea*) bezeichnen wollen. Die inneren Abtheilungen entstehen mit einer leichten Einschnürung aus dem medianwärts sehenden Seitenrande der Ampulle und ziehen dann als ziemlich erhabene Wülste, die zuerst genau im Niveau der oberen Vestibularwand liegen nach innen und zugleich etwas nach unten, und während sie so allmählig immer mehr gegen einander convergiren, verschwinden sie in der Ansicht von oben allmählig unter dem der Schädelwand zugekehrten Theile der Vestibularzellen, um nach und nach immer flacher werdend und sich am *sulcus frontalis* fast erreichend dicht über dem Eingange des sackartigen Anhangs ins *vestibulum* in die untere, innere Wand der betreffenden Vestibularsäcke auszulaufen. Der Stelle gegenüber, wo diese inneren Abtheilungen aus der Ampulle der Bogengänge entstehen, gehen auch die äusseren Abtheilungen der *ampullae trifidae* mit einer ganz gleichen Einschnürung von derselben aus. Sie ziehen ebenfalls als dicke Wülste, der vorderen, resp. hinteren Wand dicht anliegend, nach abwärts und etwas nach innen, so zwar, dass zwischen ihnen und den inneren Abtheilungen eine breite, thalähnliche Vertiefung bleibt, die dicht unter den kolbigen, eigentlichen Ampullen etwas breiter ist, als an den unteren, dem *sulcus frontalis* und sackartigen Anhange nahe liegenden Enden. Die Convergenz der äusseren, ampullären Wülste ist demnach fast dieselbe, wie die der inneren, nur der eine Unterschied bleibt ihnen noch, dass sie nicht ganz so weit wie jene an den unteren Theil des *sulcus frontalis* heranreichen und nicht so allmählig sich abflachend wieder ins *vestibulum* zurücklaufen, sondern als Wülste von stets gleicher Höhe sich nach Bildung eines kleinen, blindsackartigen Endes plötzlich wieder ins *vestibulum* hineinsenken. Der mittlere Theil der *ampulla trifida*, die eigentliche Ampulle (Fig. 1, 2, 3 *a*) ragt wie erwähnt mit ihrem abgerundeten, kolbigen Ende noch etwas in den Zwischenraum der inneren und äusseren Ampullenabtheilungen hinein, und lässt, ohne von aussen sonst weitere Eigenthümlichkeiten zu zeigen, nur eine transversell zum Bogengang gestellte, dem *sulcus transversus* am Boden der Ampullen der übrigen Wirbelthiere homologe, leichte, bogenförmige Einziehung erkennen, deren Enden sich über die Abgangsstellen der Ampullenabtheilung hinüberziehen und dieselben etwas eingeschnürt erscheinen lassen. Eine gleichzeitig durchscheinende Verdickung auf der Innenwand lässt uns von vornherein vermuthen, dass wir an dieser bogenförmigen Einziehung gerade wie bei anderen Fischen eine *crista acustica* zu suchen haben.

Nach den Bogengängen hin zeigen die Ampullen nichts Bemerkenswerthes, sondern gehen ohne scharfe Grenze ein wenig schmäler werdend in dieselben über.

Die Bogengänge, ein vorderer und ein hinterer, die vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus als frontaler und sagittaler zu bezeichnen sein würden, ziehen wie bei den übrigen Fischen, der vordere (sagittale) von vorn aussen unten, der hintere (frontale) von hinten aussen unten (Fig. 1, 2 *csa* u. *csp.*) her über die entsprechenden Vestibularzellen convergirend, mit geringer nach aussen gekehrter Convexität schräg nach oben und medianwärts, um an dem medianen Theile des Vestibulardachs gerade über dem *sulcus frontalis* zusammenzustossen und hier eine Commissur zu bilden (Fig. 1, 2 *ccs*), die sich dann noch weiter medianwärts ziehend, um die innere, obere Wand des *vestibulum* herumschlägt, um schliesslich mit einem schnabelartigen Fortsatze (Fig. 7 *r*), der sich in den oberen Theil des *sulcus frontalis* der Innenwand des *vestibulum* hineinlegt, zu enden. Die Bogengänge liegen in ihrem ganzen Verlaufe der Vestibularwand eng an und zeigen im Querschnitt eine im Ganzen rundliche Form; nur der dem *vestibulum* aufliegende Theil der Circumferenz lässt eine leichte Abplattung erkennen. Bei Präparaten, an denen dieselben nicht zu stark mit fibrinösem Gerinnsel angefüllt sind, lässt sich eine in der Mitte der abgeflachten Bodenwand entlang laufende, entwicklungsgeschichtlich so bedeutsame *raphe* (Fig. 2 *R*) deutlich durchscheinend von aussen erkennen. Von dort ab, wo sich die Bogengänge zu einer Commissur vereinigen, sind sie äusserlich nur noch durch eine von oben in die Tiefe gehende, schmale Einziehung, die aber gleichwohl in der ganzen Länge der Commissur deutlich zu erkennen ist, von einander getrennt. Wie sich ihre innere Communication gestaltet, darauf werden wir später bei Betrachtung der Binnenwand näher eingehen, nur das sei gleich hier noch erwähnt, dass man durch das Dach der Commissur hindurch zu beiden Seiten der Einziehung einen zapfenartigen Körper durchschimmern sieht, der horizontal gelagert, halb der vorderen, halb der hinteren Hälfte des Gehörorgans angehörend, aussen mit einer stumpfen Basis beginnt und nach innen hin mit einer fein auslaufenden Spitze endet (Fig. 2 *Z*). Die untere Wand der Commissur wird, soweit sie überhaupt vorhanden ist, durch die Fortsetzung des Bodens der Bogengänge und weiterhin von den sich nach unten und innen zu der frontalen Mittellinie des Gehörorgans schlagenden Seitenwänden derselben (Fig. 7 *bb*) gebildet. Nur die Spitze der Commissur zeigt dort, wo sie sich in den schnabelartigen Fortsatz auszieht, keinen eingebogenen Rand, sondern zieht an der Schädelinnenwand des *vestibulum* gerade abwärts. Der grösste Theil des Bodens der Commissur wird durch eine weite, im Ganzen als hufeisenförmig zu bezeichnende Oeffnung (Fig. 2, 7 *fc*) eingenommen, die sich medianwärts in den schnabelartigen Fortsatz hinein in eine kleine Spitze auszieht, und durch welche beide Bogengänge mit dem

Vestibularraum communiciren. In dem schnabelartigen Fortsatze der Commissur, von dem J. Müller weder in seiner Beschreibung, noch in seinen Abbildungen eine Andeutung gibt, findet sich ausserdem dicht unter der Spitze der eben erwähnten Oeffnung noch ein zweites ovales Löchelchen (Fig. 7 *Aiv*), welches gerade in das *vestibulum* hineinführt. Wenn wir finden, dass dieses Loch genau der von Breschet sogenannten *apertura aquaeductus vestibuli* an der Innenwand des Knorpels gegenüber liegt und von derselben nur durch die, hier allerdings ziemlich mächtig entwickelte, häutig-faserige Hülle getrennt ist, so kann man wohl von vornherein, ohne sich besonders voreiliger Annahmen schuldig zu machen, daran denken, dass wir in diesem Loche die innere, dem *vestibulum* angehörige Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* vor uns haben. Es ist mir aber weiterhin bei mehreren Präparaten wirklich gelungen, eine Röhre nachzuweisen, die von der Oeffnung des *aquaeductus vestibuli* im Knorpel aus die häutig-faserige Hülle gerade durchsetzte und sich an dem fraglichen Loche im Schnabel der Commissur inserirte. Freilich erfordert eine deutliche Demonstration dieses immerhin nur kurzen Röhrchens eine sehr subtile und vorsichtige Präparation, und allein diesem Umstande messe ich es zu, dass mir dieselbe nicht überall gelungen ist. Bemerkenswerth ist jedenfalls auch die Befestigungsweise des Röhrchens an dem Schnabel der Commissur; es löst sich nämlich dieselbe schon bei den ersten Versuchen sie hin und her zu bewegen von den Rändern des betreffenden Löchelchens los, ohne einen gerissenen oder zerfetzten oder sonst auf eine gewaltsame Trennung hindeutenden Oeffnungsrand zurückzulassen; es bleibt vielmehr eine rundliche, ganz intacte Oeffnung zurück. Es scheint mir deshalb eine Ansicht, nach welcher das Aquaeductröhrchen als integrirender Bestandtheil oder genauer als scharf abgesetzte, röhrenförmige Ausziehung eines Theils der inneren Commissurwandung anzusehen wäre, in diesem Falle auf einige Schwierigkeiten zu stossen, wenn wir nicht eine eigenthümliche, sehr leicht trennbare Verbindung beider Theile annehmen, deren genauerer Modus mir leider verborgen blieb, theils wegen der Schwierigkeit der Untersuchung, theils weil ich zu spät darauf aufmerksam wurde und mir nun das Material zu fehlen begann, um auch hierin zur genügenden Klarheit zu kommen. In das Innere der Schädelhöhle habe ich die betreffende Röhre nie mehr hineinragen sehen, obwohl ich mehrmals eigens darauf hin untersucht habe, ob sie nicht eine weitere Direction nach dem Schädeldach hin nähme. Statt dessen fand ich sie jedes Mal an der betreffenden Oeffnung in der Knorpelkapsel kurz abgerissen, und muss ich auch hier leider die Frage offen lassen, ob wir hier ein natürliches oder ein künstliches, bei Herausnahme des Hirns zu Stande gekommenes Ende des *aquaeductus*

vor uns haben. Die Wandung des *aquaeductus*, eng von häutig-faseriger Hülle umgeben, zeigt, so viel ich sehen konnte, eine gleiche Zusammensetzung wie die des *vestibulum* und der Bogengänge und ist nach innen mit einem Pflasterepithel ausgekleidet. Der Inhalt bestand aus einer dicken, trüben Masse, der lymphoide Zellen in grösserer oder geringerer Zahl beigemengt waren.

Schreiten wir jetzt in der Betrachtung der Schädelwand des *vestibulum* weiter, so finden wir, abgesehen von den inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae*, deren Verlauf bereits oben beschrieben wurde, und dem auch hier, wenngleich nicht ganz so tief wie an der Aussenwand ausgeprägten *sulcus frontalis*, in dessen oberen Theil sich wie erwähnt der Schnabel der Commissur hineinzieht, noch ein kleines Gebilde, von dessen Existenz uns weder J. Müller, noch Ibsen, noch andere, frühere Autoren eine Andeutung geben (Taf. II. Fig. 23 *B*). Dasselbe ist von keulenförmiger Gestalt und ragt circa 1 ^{mm} unterhalb des *aquaeductus vestibuli* mit seinem dicken kolbigen Ende aus dem *sulcus frontalis* ein wenig hervor; bewegt man es, so bemerkt man leicht, dass es mit einem sich etwas verschmälerndem Stiele in der Tiefe des *sulcus frontalis* festsitzt. Trotz seiner Kleinheit findet man dasselbe auch bei ziemlich unvorsichtiger Entfernung der häutig-faserigen Hülle leicht an jedem Präparat wieder, und erinnere ich mich nicht, es jemals wieder vermisst zu haben, nachdem ich es zum ersten Male gefunden hatte. An Präparaten, von denen die häutig-faserige Hülle zur Genüge entfernt ist, findet man es gewöhnlich etwas nach aufwärts gegen den Schnabel der Commissur der Bogengänge hin aufgeschlagen und fast versteckt in dem *sulcus frontalis*, sucht man aber darnach, ehe man die faserige Hülle abgehoben, so bemerkt man gewöhnlich in dieser Hülle etwas über dem *n. acusticus* einen rundlichen, der Schädelwand zugekehrten, dunklen Fleck, der sich später stets als das offene Ende des fraglichen keulenförmigen Gebildes offenbarte. Wegen der gewöhnlich schräg nach oben gerichteten Haltung desselben vermuthete ich anfangs, dass es vielleicht ebenfalls durch die für den *aquaeductus vestibuli* bestimmte Oeffnung aus der Knorpelkapsel heraustreten möchte, da ich aber hiefür keinen Halt gewinnen konnte, so kam ich später, als ich die Endöffnung desselben immer nahe über dem *n. acusticus* nach innen gerichtet gesehen hatte, mehr zu der Ansicht, dass dasselbe durch ein Loch in der *membrana cribrosa* mit der Schädelhöhle communicire. Bemühungen, dieses Loch aus den vielen in der Membran befindlichen Löchern herauszufinden und zu constatiren, ob das Organ sich vielleicht noch ins *cavum cranii* hinein fortsetze, waren wegen der complicirten Verhältnisse des Nervendurchtritts durch die *membrana cribrosa* ohne Erfolg. Positiv feststellen konnte ich nur,

dass das Organ an seinem beweglichen, freien Ende eine deutliche Oeffnung (Taf. II. Fig. 23 *E*) zeigt, die jedoch stets unregelmässig und mit zerrissenen Rändern erscheint, so dass ich nicht glaube, dass dieselbe natürlich ist, und dass es dann in der Tiefe des *sulcus frontalis* mit einer schräg von vorn oben, nach unten hinten verlaufenden schlitzförmigen Oeffnung in die vordere Zelle des *vestibulum* einmündet. Diese Oeffnung ist bei Präparaten, an denen das Epithel des *vestibulum* erhalten ist, ziemlich schwer zu entdecken, bei solchen jedoch, wo dasselbe vorsichtig entfernt ist, ziemlich leicht zu finden. Die Wandung des Organs ist ähnlich wie die des ganzen Gehörorgans zusammengesetzt, jedoch erscheint sie mir etwas derber und leicht gestreift, als wenn sie der Länge nach mit elastischen Fasern durchzogen wäre. Nach innen ist dieselbe mit einem Pflasterepithel ausgekleidet. Der Inhalt besteht ebenfalls wie beim *aquaeductus vestibuli* aus Gerinnselmassen, zwischen denen sich grosse Massen von Lymphzellen befinden. Auch kleine Partikel von Otolithen, die jedenfalls von der *macula acustica* des sackartigen Anhangs herrühren, sind manchmal in demselben anzutreffen. Fragen wir jetzt nach der Bedeutung dieses Organs, so stehe ich nicht an zu behaupten, dass wir in demselben einen *aquaeductus cochleae* vor uns haben. Zwar ist ein solcher bisher nur erst bei wenigen Thieren beobachtet worden, indess dürfte dies wohl kein Grund sein zu behaupten, dass er bei anderen nicht vorhanden ist, vielmehr scheint es mir, dass wir bei jedem Gehörorgan, wo wir ein Strömen der Lymphe und einen *aquaeductus vestibuli* annehmen, dort auch noch ein zweites Loch oder einen zweiten Canal annehmen müssen, die für das Zustandekommen einer Strömung als absolut nöthig erscheinen.

Wir haben jetzt bei der Betrachtung der äusseren Form noch einen Theil des Gehörorgans zu erwähnen, den von J. Müller sogenannten sackartigen Anhang. Dort, wo die inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae* sich nahe dem *sulcus frontalis* in die Innenwand des *vestibulum* verlieren, erhebt sich unmittelbar unter ihnen ein kleines, nach unten aussen herabhängendes, von aussen nach innen etwas abgeplattetes Säckchen, das von dem *vestibulum* ziemlich scharf abgeschnürt erscheint. Um dasselbe gut zu Gesicht zu bringen, ist es nöthig sämmtliche Nerven, von denen es fast ganz verhüllt ist, vorsichtig zu entfernen. Seine Lage ist nicht, wie man nach der Lage der übrigen Theile glauben sollte, symmetrisch zum *sulcus frontalis*, sondern dieselbe weicht entschieden nach hinten ab, so zwar, dass $^3/_4$ Theile der hinteren Hälfte des Gehörorgans angehören und nur $^1/_4$ der vorderen. Der *sulcus frontalis* des *vestibulum* ist an ihm nur insofern angedeutet, als sich in dessen gedachter Verlängerung eine leichte Einziehung an

seinem Fundus zeigt. An seiner der Schädelwand zugekehrten, inneren Wand sieht man eine sattelförmige Verdickung durchschimmern, deren unterer Rand schon auffällt, ehe man die häutig-faserige Hülle entfernt hat. Seine Aussenwand zeigt nichts Besonderes und liegt in der Verbindungslinie der äusseren Ampullenabtheilungen. In Folge seiner asymmetrischen Lage, seiner Abweichung nach hinten, liegt ihm das Ende der äusseren Abtheilung der hinteren *ampulla trifida* seitlich unmittelbar an, während die entsprechende Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* um so weiter von ihm entfernt bleibt.

Soviel über die äussere Form des Gehörorgans, gehen wir jetzt zu der Ausbreitung der Nerven über, die an dasselbe herantreten. Den ersten Versuch, dieselbe zu beschreiben und abzubilden, machte meines Wissens BRESCHET. Er sagt, dass der *n. acusticus* mit vielen kleinen Aesten durch die *membrana cribrosa* hindurchtrete, um sich dann sofort als ein Bündel neben einander liegender Fäden in die der Schädelwand anliegenden Fläche des Gehörorgans einzusenken. Nach seiner Ansicht über die Form des letzteren konnte er auch wohl schwerlich zu einem anderen Resultate kommen, da ihm der weitere Verlauf der Nerven unter der häutig-faserigen Hülle unbekannt bleiben musste. Bei J. MÜLLER, dessen Angaben ich im Ganzen bestätigen kann, finden wir über den *acusticus* und seine Ausbreitung ungefähr Folgendes:

Der *n. acusticus* tritt seitlich aus der *medull. oblong.* heraus, zugleich mit dem *n. facialis*, der unmittelbar vor ihm liegt. Beide Nerven gehen eng vereinigt, nachdem sich der *acusticus* gleich bei seinem Ursprunge aus dem Gehirn in zwei grössere Aeste und eine Anzahl feiner Fäden aufgelöst, durch die *membrana cribrosa* und erhalten von dieser, wie es mir scheint, eine Art Scheide. Der *facialis* (Fig. 1 *F*) nimmt, sobald er in die Knorpelkapsel eingetreten ist, seinen Verlauf an der Innenwand derselben, um nach unten und vorn ziehend, dieselbe sogleich wieder zu verlassen. Während seines kurzen Verlaufs durch die Gehörkapsel, wie es scheint, manchmal auch schon in der Schädelhöhle, gibt der *facialis* einen feinen Ast ab, der nach J. MÜLLER zum vorderen Theile des Labyrinths geht. Dieser sogenannte *ramus acusticus accessorius* (Fig. 3 u. 4 *Aa*), von SCHLEMM und D'ALTON zuerst aufgefunden [1]), schlägt sich der Wand des Gehörorgans eng anliegend, vorn um die Basis des sackartigen Anhangs herum und zieht durch den Zwischenraum, der zwischen dem sackartigen Anhange und der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* bleibt, hindurch nach aussen und aufwärts in den *sulcus frontalis* hinein, dem er dann bis zur

[1]) Müller's Archiv 1838. 3. Heft, pag. 269.

Commissur der Bogengänge folgt. Während dieses letzteren Verlaufes liegt er nie ganz im Grunde des *sulcus frontalis*, sondern bandartig abgeplattet mehr der vorderen Vestibularzelle an. An der Commissur angelangt zieht er dann zwischen die Wand des vorderen Bogengangs und der vorderen Vestibularzelle, und nachdem er den vorderen Umfang der Communicationsöffnung zwischen den Bogengängen und dem *vestibulum* umkreist, kommt er etwas nach vorn von der Spitze der Commissur wieder zum Vorschein. Ihn weiter zu verfolgen, ist mir leider nie gelungen, weil er bei einem so langen Verlaufe allmählig bis auf so wenige Fädchen eingeschmolzen ist, so dass er bei Abhebung der häutig-faserigen Hülle regelmässig entzwei gerissen war. Dass er aber sein natürliches Ende hier noch nicht erreicht hat, ist zur Genüge aus den deutlich abgerissenen Enden zu ersehen, und vermuthe ich, ohne freilich hierüber Bestimmtes sagen zu können, dass er mit seinen letzten Endfasern bis zur Basis des sackartigen Anhangs herunterzieht. Seiner ganzen Verlaufsweise nach ist die Function dieses Nerven auf die beiden Vestibularzellen zu beziehen, worauf wir weiter unten noch zurückkommen werden.

Der *n. acusticus* divergirt mit seinen zwei grösseren Aesten, denen sich die feineren Fädchen im Anfange mehr oder minder anschliessen nach vorn und hinten; diese divergirenden Aeste ziehen dann jeder wiederum in zwei Zweige zerfallend, welche in der breiten Furche zwischen den äusseren und inneren Abtheilungen der *ampullae trifidae*, deren sich gegenüberliegenden Wänden bandartig aufliegend, den eigentlichen Ampullen der Bogengänge zu, um sich dort in die oben beschriebenen, transversellen Einziehungen hineinzusenken. Ausser diesen zwei sich symmetrisch vertheilenden Aesten bemerkt man dann noch mehrere feinere Fädchen, die zur unteren Wand der inneren Abtheilung der vorderen *ampullae trifidae* verlaufen und sie förmlich umspinnen (Fig. 3 *n*). An dem entsprechenden Theile der hinteren *ampulla trifida* eben solche Fasern durch die Lupe nachzuweisen, wollte mir durchaus nicht gelingen, wahrscheinlich weil der zur Ampullle gehende Nervenast dieselben mehr verdeckt und sie überhaupt spärlicher sind. Dass sie gleichwohl vorhanden sind, ist mir später bei Querschnitten durch die Wandung des betreffenden Abschnitts mit Zuhülfenahme des Mikroskops ganz klar geworden. An den sackartigen Anhang, von dem J. Müller es unbestimmt lässt, ob er überhaupt Nervenfäden erhält, habe ich in mehreren Fällen 4—6 und noch mehr kleine Fädchen direct herantreten sehen, jedoch überall nur dort, wo die Verdickung der Innenwand durchscheint. Wie auch von anderen Untersuchern erwähnt, zeigt der *acusticus* theils in, theils ausserhalb der Schädelhöhle massenhaft eingestreute, bipolare Ganglienzellen, die

von ebenso verschiedener Grösse wie Form sind. Die Ganglienzellen der isolirten, feinen Nervenfäserchen liegen oft gerade in den kleinen Löchern der *membrana cribrosa*. Die Primitivfasern des *acusticus* bestehen wie die aller Nerven der *Cyclostomen*[1]) nur aus Axencylindern mit dünner, kernhaltiger Scheide.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der Formverhältnisse im Innern des Gehörorgans. Im Allgemeinen kann man zwar mit J. Müller behaupten, dass die innere Form des Gehörorgans durch die äussere gegeben werde, insofern als einer äusseren Einziehung oder Furche eine innere, vorspringende Leiste entspreche, indess ist die Höhe der letzteren durchaus nicht immer der Tiefe der ersteren entsprechend, so dass bei genauerer Betrachtung diese Behauptung doch nicht ganz aufrecht zu halten ist.

Wie schon öfters erwähnt, ist das *vestibulum* durch den *sulcus frontalis* in eine äusserlich symmetrische, vordere und hintere Hälfte getheilt. Diesem *sulcus frontalis* entspricht eine ins Innere des *vestibulum* hineinspringende Erhebung, *crista frontalis* (Fig. 5, *Crfr.*), die indessen nicht überall gleiche Form und Höhe hat. Dieselbe beginnt sich aus 2 Schenkeln zusammensetzend, deren einer von vorn unten, der andere von hinten unten hinaufzieht, unmittelbar über und in der Fortsetzung der äusseren Wand des sackartigen Anhangs und ragt mit einem knopfförmigen, verdickten Anfang (Fig. 5, *Ccrfr.*) von aussen in die Einmündungsöffnung desselben hinein, so dass diese dadurch merklich eingeschnürt erscheint. Dann zieht sie bald an Höhe und Breite abnehmend, dem *sulcus frontalis* entsprechend mit sichelförmiger Krümmung nach aussen und oben, bis sie schliesslich fast ganz flach geworden, sich etwas nach aussen von der Commissur der *canal. semicirc.* in zwei, unter einem spitzen Winkel divergirende Schenkel theilt, die, ohne irgendwie in das Innere des *vestibulum* vorzuspringen, das der hufeisenförmigen Oeffnung in der Commissur entsprechende Loch im *vestibulum* umsäumen, um dann an der medianen Spitze desselben wieder zusammenzutreten und jetzt als nach einwärts vorspringende *crista* bis zur Einmündung des sackartigen Anhangs weiter abwärts zu ziehen. Dort, wo die *crista* sich zuerst in die zwei Schenkel spaltet, tritt zwischen diesen im Anfang eine dreieckige Membran auf, die den entstehenden Zwischenraum ausfüllt. Dieselbe endet gegen die Communicationsöffnung im *vestibulum* mit einem freien Rande, nur in der gedachten Fortsetzung der *crista frontalis* setzt sie sich auf die Unterfläche des oben schon angedeuteten Zapfens

[1]) Siehe auch M. Schultze: »Ueber die Endigungsweise des Hörnerven« im Archiv für Anat. Physiologie u. wissenschaftl. Medicin. 1858, p. 348.

in der Commissur der Bogengänge fort. Dieser Zapfen (Fig. 4 *Z*), von dem schwer zu sagen ist, ob er sich mehr aus der Commissur der Bogengänge herausbildet oder aus dem *vestibulum*, tritt von dort, wo sich die Aussenwände der beiden Bogengänge eng aneinanderlegen, in das Innere der Commissur hinein, um dann, sich sehr bald verbreiternd, und so die Communication zwischen der Commissur und dem *vestibulum* derartig verlegend, dass nur vorn und hinten ein schmaler Spalt frei bleibt, horizontal nach innen zu ziehen und hier mit fein auslaufender Spitze dicht über der *apertura aquaed. vest.* in die Wand der Commissur überzugehen. Wie oben erwähnt, zeigt das Dach der Commissur eine frontale Einziehung, welche die Trennung beider Bogengänge andeutet. Diese Einziehung setzt sich als Duplicatur, die aus der an einander liegenden Wandung beider Bogengänge besteht, so weit in die Tiefe fort, bis sie den Zapfen trifft, in dessen Mittellinie, die gleichsam einen Hilus bildet, sie sich tief einsenkt. Eine Communication der Bogengänge findet an der Commissur somit nicht statt und beide münden, getrennt durch den Zapfen, mit spaltförmiger Oeffnung in das *vestibulum*. Auf dem Querschnitt zeigt der Zapfen, abgesehen von dem Hilus, in der oberen Mittellinie stets eine runde Form.

Bei Betrachtung der *crista frontalis* haben wir schon vorhin der Einmündung des sackartigen Anhangs in das *vestibulum* Erwähnung gethan, gehen wir jetzt etwas genauer auf dieselbe ein. Es ist oben, wo zuerst von dem sackartigen Anhange die Rede war, bemerkt worden, dass derselbe der einzige grössere Abschnitt des Gehörorgans sei, der entschieden asymmetrisch zur frontalen Mittellinie liege. Dasselbe gilt nun auch von seiner Einmündung (Fig. 5 *Os.*) ins *vestibulum*, welche ebenfalls zu circa $^3/_4$ Theilen der hinteren und nur zu $^1/_4$ der vorderen Zelle angehört. Entsprechend der Längsaxe des betreffenden Organs, welche von der senkrechten etwas nach aussen abweicht, ist auch die Einmündung nicht ganz in der horizontalen gelegen, sondern ihr äusserer Begrenzungssaum steht etwas höher, als der innere, so dass sie von oben her nur unvollständig gesehen werden kann. Sieht man von innen oben gerade in die Oeffnung hinein, so ist die an der Innenwand liegende, schon oben als durchscheinend erwähnte, sattelförmige Verdickung sofort leicht ersichtlich (Fig. 5 *Ma.* Fig. 8 *Ma.*). Selbige beginnt gleich oben an der Oeffnung, wo sie sich aus zwei Schenkel zusammensetzt, von denen der eine, vordere, aus der inneren Abtheilung der vorderen und der andere, hintere aus der entsprechenden Abtheilung der hinteren *ampulla trifid.* herauskommt, und zieht dann an der Innenwand fast bis zum *fundus* hinunter, liegt aber den oben angegebenen Verhältnissen entsprechend fast ganz in der hinteren Hälfte des Gehörorgans. Diese Verdickung der Innenwand und die

von aussen in die Oeffnung hineinragende, kolbige Verdickung der *crista frontalis* geben der Einmündung des sackartigen Anhangs, die fast länglich oval sein würde, eine ganz gut ausgeprägte 8-Form. Gehen wir jetzt zur Beantwortung der Frage über, wie denn die *ampullae trifid.* in das *vestibulum* einmünden, und wie sich ihre Innenverhältnisse gestalten. An der vorderen und unteren, und dem entsprechend auch an der hinteren unteren Wand des *vestibulum* finden wir je eine grosse, kartenherzförmige, von oben vorn, resp. oben hinten, mit der Spitze nach unten zur frontalen Mittellinie convergirende Oeffnung, von der jede wieder der Länge nach durch eine der äusseren Einziehung zwischen den Ampullenabtheilungen entsprechende, vorspringende Leiste in zwei Abtheilungen getheilt ist, in eine innere und eine äussere. Die von Müller sogenannte mittlere Abtheilung der *ampullae trifid.* mündet gar nicht direkt ins *vestibulum*, sondern sie erreicht schon höher oben, nachdem sie eine sackartige Erweiterung gebildet hat, dort, wo äusserlich die transverselle Einschnürung sichtbar ist, ihr Ende, steht also nur mittelbar durch die sogenannten lateralen Abtheilungen mit dem *vestibulum* in Verbindung. Der transversellen Einschnürung, an die, wie wir gesehen haben, namhafte Aeste des *n. acusticus* herantreten, entspricht im Innern eine vorspringende, auf der Fläche marmorirt erscheinende Leiste, die im mittleren Theile schmal, nach beiden Enden hin sich aber bedeutend verbreitert (Fig. 10 u. 11 *Cr.*) und schliesslich abgerundet endet; es ist dies die *crista acustica*. Ihren abgerundeten Enden schliessen sich zwei ebenfalls aus der Wand hervorragende Verdickungen an, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur *crista acustica* stehen. Dieselben haben eine nieren- oder halbmondförmige Gestalt, deren concave Seite sich der convexen Rundung der *crista acustica* anpasst (Fig. 31). Das marmorirte Aussehen der *crista acustica* wird an ihnen vermisst. Sonst stimmen sie in Lage, Form und, wie wir später sehen werden, auch in histologischer Zusammensetzung mit den Gebilden überein, die man in den Ampullen der übrigen Wirbelthiere als *plana semilunata* bezeichnet, und ich habe keinen Grund finden können, der ihrer Würdigung als solche hinderlich wäre. Ich will hier nochmals kurz erwähnen, dass diese Ampullenabtheilung, in der die *crista acustica* mit den *planis semilunatis* liegt, die eigentliche Ampulle ist, obwohl ich den Nachweis der *crista acustica* als solcher erst durch die Feststellung ihrer histologischen Structur geben kann. Auf der abgeflachten, dem *vestibulum* anliegenden und der *crista acustica* gegenüberliegenden Wand der Ampulle bemerken wir die aus dem Bogengang herunterkommende *raphe*, die wir gelegentlich schon oben erwähnt haben und auf die wir weiter unten noch einmal zurückkommen werden. Die Verbindung des Hohl-

raums der Ampulle mit dem der seitlichen, ampullären Abtheilungen wird durch zwei länglich ovale Oeffnungen hergestellt, die durch einen engen Schlitz mit einander verbunden sind. Beide seitliche Ampullenabtheilungen sind also von Anfang an nicht absolut getrennt. Am Dach der ovalen Oeffnungen finden wir die *plana semilunata*, die wir oben als durchscheinend erwähnten. Die nur spaltartige Communication dieser beiden Oeffnungen kommt theils dadurch, dass die *crista acustica* in ihrer Mitte etwas von ihrer starken Convexität nach hinten resp. vorn verliert und eine leichte Einsenkung nach der *raphe* zu zeigt, theils aber auch durch die stetige Zunahme der *raphe* an Breite und Höhe zu Stande.

Die Cavitäten der seitlichen ampullären Abtheilungen nehmen nach ihrem Ursprunge aus der Ampulle ganz entsprechend ihrer äusseren Form bald an Tiefe zu; auch sonst zeigen sie in ihrem Inneren keine eigenthümliche Form, die nicht schon durch ihre äussere Gestalt angegeben wäre. Beide Abtheilungen sind in ihrer ganzen Länge durch eine der Richtung der oben angegebenen äusseren Vertiefung entsprechende, sich aus dem Boden der Wand heraushebende Leiste, *crista longitudinalis* (Fig. 10 u. 11 *Crl.*), getrennt. Dieselbe beginnt mit ganz seichter Erhebung dicht unterhalb der Mitte der *crista acustica*, wächst aber an Höhe und Breite bald beträchtlich an und zeigt zumal bei abgelöstem Epithel auf ihrer Höhe deutlich mehrere zahnartige Höcker. Auf der vorderen *crista* bemerkte ich deren zwei grössere, auf der hinteren indess nur einen. Dass die Höhe dieser *crista* durchaus nicht durch die Tiefe der äusseren, interampullären Einziehung gegeben ist, wird auf Querschnitten leicht ersichtlich (Fig. 33).

Nach der *crista frontalis* zu, auf welche sie in ihrer Hauptrichtung ziemlich senkrecht steht, wird sie allmählig wieder etwas schmäler und und niedriger, und nachdem vorher noch der äussere Umsäumungsrand der Oeffnung der *ampulla trifida* an sie herangetreten ist, verläuft sie mit diesem zum *capitulum cristae frontalis*, in das sie sich von unten aussen und vorn, resp. hinten hineinsenkt, so dass es scheint, als ob sich dieses aus zwei Schenkel zusammensetze. Ungefähr von da ab, wo sie sich mit dem äusseren Umsäumungsrande des *ostium vestibulare ampullae trifid.* verbunden, bildet sie hinten die äussere Begrenzung der Einmündung des sackartigen Anhangs, vorn die einer Vertiefung, welche wir später als *recessus sacculi* genauer beschreiben werden, und des sackartigen Anhangs (Fig. 5). Zu beiden Seiten der *crista longitud.* fällt die Wandung der seitlichen, ampullären Abtheilungen entsprechend der Beschaffenheit der äusseren, interampullären Furche zuerst nur allmählig ab, bis sie dann später plötzlich in die Tiefe hinabsteigt. Ein Dach dieser Abtheilungen existirt wegen ihrer schräg gestellten Ein–

mündung in das *vestibulum* nur zum Theil; soweit es vorhanden ist, wird es durch das Ende der die *raphe* enthaltenden Bodenwand der Bogengänge gebildet. Dasselbe liegt mit der *raphe* so dicht über der *crista longitud.*, dass zwischen beiden nur ein enger Zwischenraum bleibt, das knopfförmige Ende der *raphe* aber legt sich dem ersten Höcker der vorderen und dem einzigen der hinteren *crista longitud.* eng an. Von diesen ab bis zur *crista acustica* hinauf findet also auch über der *crista longitud.* hinweg eine schmale Communication beider lateralen Ampullenabtheilungen statt. Die vereinigte Einmündung derselben ins *vestibulum* ist wie erwähnt herzförmig und zeigt seicht ins *vestibulum* hineinragende Ränder, deren äusserer Schenkel sich schliesslich mit der *crista longitud.* vereinigt, deren innerer um den innern Rand der Einmündung des sackartigen Anhangs herumzieht, um sich schliesslich dicht über demselben unter einem rechten Winkel mit der *crista frontalis* der Innenwand des *vestibulum* zu kreuzen. Die äussere, laterale Abtheilung findet durch den Zusammentritt des äusseren Begrenzungssaums mit der *crista longitud.* ein scharf begrenztes, zugespitztes Ende, während die inneren Abtheilungen, deren Begrenzungssaum sich ja der *crista longitud.* nicht anschliesst, am vorderen, resp. hinteren Rande der Einmündung des sackartigen Anhangs frei mit dessen Hohlraum in Verbindung treten.

Bisher haben wir die lateralen Abtheilungen der vorderen und der hinteren *ampullae trifid.*, sowohl die äusseren, wie die inneren, als völlig gleich geformt angesehen, und wir haben diese Gleichheit im Voraus aus der Symmetrie geschlossen, die wir bei der äusseren Ansicht constatirten. Für die äusseren Abtheilungen ist dieser Schluss vollständig gerechtfertigt, nicht aber für die inneren. Erinnern wir uns der asymmetrischen Einmündung des sackartigen Anhangs in das *vestibulum*, so wird uns leicht ersichtlich sein, dass der Boden der hinteren, inneren Ampullenabtheilung bedeutend kürzer ist, als der vorderen inneren.

Es existirt aber noch eine andere, für die morphologische Erklärung beider Theile interessante Differenz. Unmittelbar vor und etwas nach aussen vom vorderen Einmündungsrande des sackartigen Anhangs sieht man nämlich am Boden der inneren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* eine scharf umgrenzte, ovale Vertiefung auftreten (Fig. 5 *Rs.*), deren Tiefenachse wie die des sackartigen Anhangs von oben innen, nach unten aussen gerichtet ist, und deren Oeffnung einen dem entsprechenden Winkel zur Horizontalen bildet. Als äusseren, oberen Begrenzungsrand haben wir schon oben die *crista longitud.* angeführt. Auf die morphologische Dignität dieses *recessus* werden wir später noch zu sprechen kommen, doch glaube ich an dieser Stelle schon andeuten zu dürfen, dass demselben die Bezeichnung eines *recessus sacculi* wohl

nicht streitig gemacht werden kann. In der entsprechenden Abtheilung der hinteren *ampullae trifid.* findet man von einem solchen *recessus* keine Spur.

Ueber die innere Form der aus den eigentlichen Ampullen hervorgehenden Bogengänge wäre eigentlich nichts mehr zu sagen, denn dieselbe entspricht ganz dem äusseren Aussehen; nur über die *raphe* und zwei andere derselben parallel laufende, verdickte Streifen in der Wand derselben dürfte noch einiges im Zusammenhange zu bemerken sein. Mit einer knopfförmigen Verdickung am *foramen* der Commissur beginnend zieht sich die *raphe* auf der abgeplatteten, dem *vestibulum* aufliegenden Wand als ein verdickter Streifen entlang zum ampullären Ende des Bogengangs und weist somit auch bei diesen Thieren auf das Entstehen derselben als von dem Vorhofe abgeschnürte Röhren hin. In diesem Verlaufe nimmt sie bis ungefähr zur Mitte der Länge des Bogengangs allmählig an Höhe, weniger an Breite ab, bis sie dann wieder in gleichem Maasse stetig zu wachsen beginnt, so dass sie am *ostium vestibulare ampullae trifidae* wieder eine gleiche knopfartige Verdickung erreicht, wie die, mit der sie am *foramen* der Commissur begann. An beiden knopfförmigen Enden scheint sie sich dann (Fig. 9) in zwei Schenkel von geringer Höhe zu spalten, welche die betreffenden *foramina*, in welche sie etwas hineinragen, rings umsäumen. Die beiden seitlichen Streifen, *striae laterales*, zu beiden Seiten der *raphe* dort liegend, wo die flache Bodenwand der Bogengänge in die Seitenwände übergeht, beginnen ganz allmählig erst ungefähr in der Mitte der Länge derselben und ziehen dann, breiter und höher werdend, in gerader Richtung nach der Ampulle hin, in der sie, die verbreiterten Enden der *crista acustica* nicht ganz erreichend mit kolbig angeschwollenem Ende aufhören. Ein Stück von ihrem Endtheil ist Fig. 10 *stl.* angedeutet.

Soviel über die Form des Gehörorgans; schreiten wir jetzt zur Untersuchung des Inhalts und der epithelialen Auskleidung desselben, um daraus zur Entscheidung zu kommen, als was wir von vergleichend anatomischem Standpunkte aus die einzelnen Theile desselben zu würdigen haben. Ueber den Inhalt des *vestibulum* bemerkt J. Müller, dass er darin niemals kalkige Concretionen, weder Steine, noch krystallinisch pulverige Sedimente angetroffen habe; trübe, dickliche Massen, die vollkommen structurlos, aus unregelmässigen, kleinen Kügelchen bestanden, hält er für Gerinnungsproducte, die durch Weingeist niedergeschlagen wären. Reactionen auf kohlensauren Kalk ergaben stets negative Resultate. Aehnliche Angaben finden wir bei anderen Autoren (s. o. Literatur). Auch Reich bemerkt in seiner Abhandlung »Ueber den feineren Bau des Gehörorgans von *Petromyzon* und *Ammocoetes*«

(Untersuchungen zur Ichthylogie von Dr. A. Ecker, pag. 26), dass er niemals andere Otolithen habe finden können, als kuglige Concretionen, die theils isolirt, theils in grösseren Massen zusammenhängend vorkämen. Er fand dieselben im ganzen Labyrinthe zerstreut, in grösserer Menge aber im sackartigen Anhange, so dass er vermuthet, dass sie während des Lebens in diesem vielleicht einzig und allein enthalten seien. Bei Zusatz von Salzsäure sah er deutliche Gasblasen sich entwickeln. Auch bei Leidig und M. Schultze (s. Entwicklungsgeschichte von *Petromyzon Planeri*, Taf. VI. Fig. 3 *f*) finde ich keine weitergehende Aufklärungen.

Nach meinen eigenen Untersuchungen besteht der Inhalt des *vestibulum* und der Bogengänge aus einer mehr oder minder flockigen, faserigen Masse, die unter dem Mikroskope keine bestimmten morphologischen Gebilde erkennen lässt, wenn ihr nicht zufällig einige losgerissene Flimmerepithelzellen anhaften. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass diese theils faserige, theils flockige Zusammensetzung des Inhalts nur ein Product der letzten Flimmerzellenbewegung im *vestibulum* und der Einwirkung des Alkohols auf die endolymphatische, fibrinhaltige Flüssigkeit sein kann.

Wenn man sämmtliches Gerinnsel mit Vorsicht aus dem Gehörorgane entfernt, so sieht man bei genauerer Betrachtung durch die Lupe an verschiedenen Stellen des Vestibularbodens zusammenhängende, glitzernde Massen, die sich einerseits vom hinteren und vorderen Einmündungssaum des unpaaren Sacks in das *vestibulum* in die innere Abtheilung der hinteren und vorderen Ampulle hineinziehen, andererseits auch in den *fundus* des unpaaren Sacks hinabsteigen, um dort an einem compacteren, intensiver glänzenden Kerne zu enden. Nur sehr selten findet man dieselben in bestimmter Form in den äusseren Abtheilungen der Ampullen; sie sind hier entweder pulverig oder zerbröckelt, oder auch ist ihre Lage so, dass man dreist behaupten kann, künstliche Manipulationen haben sie dort hineingetrieben. In einzelnen Fällen lassen sich Theilchen derselben sogar in den Bogengängen auffinden, und ich kann also Reich's Behauptung, dass er Otolithen überall im Gehörorgane gefunden habe, durchaus nicht für irrig halten. Es fragt sich aber, wo findet man Otolithen constant, und wodurch vermögen wir bestimmt nachzuweisen, dass ihre Lage an einigen Stellen natürlich, an anderen aber künstlich hervorgebracht ist. Diesen Nachweis finden wir am sichersten durch wiederholte, vorsichtige Präparation und durch fortwährende Heranziehung vergleichend anatomischer Momente; wenn wir z. B. wissen, dass Otolithen in der übrigen Thierwelt nur über Nervenepithelien vorkommen, aber niemals über Pflasterepithel, so wäre es wohl gewagt behaupten zu wollen, dass dieselben bei den *Petromy-*

zonten z. B. in den Bogengängen als natürlich vorkommend anzusehen seien. Bei möglichst sorgfältiger Präparation fand ich Otolithen an folgenden Stellen des Gehörorgans vor:

In der inneren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida*. Dieser Otolith (Taf. I. Fig. 12), der grösste von allen, ist von kartenherzförmiger Gestalt und liegt so, dass seine breite, mit einem Einschnitte versehene Basis der *crista acustica* der vorderen Ampulle, seine Spitze der Einmündung des unpaaren Sacks zugekehrt ist. Von seinen beiden Flächen ist die untere stark, die obere dagegen nur ganz wenig convex; seine Grösse beträgt in der Quere 0,38 mm, in der Länge 0,35 mm. Von seinen Rändern geht eine radiär gestreifte Membran aus (Fig. 12 *M.*), die der Otolithensackmembran der übrigen Thiere homolog, und die ihn in seiner Lage zu befestigen scheint, deren Anheftungspunkte ich aber niemals zu ermitteln vermochte. Um den Otolithen herum findet man constant noch kleinere, krystallinische Massen, die sich hauptsächlich an die abgerundete Spitze desselben anreihen und von da bis zum *recessus sacculi* als eine leicht zerbrechliche, längliche Platte (Fig. 15) sich hinziehen. An Präparaten, bei denen die untere Wand des Gehörorgans gehörig frei zu Tage liegt, sieht man den Otolithen gewöhnlich mit der Spitze etwas unter dem Dache der Ampulle hervorragen.

Der zweite Otolith von scharf begrenzter Form findet sich ganz constant im *recessus sacculi* (Fig. 5 *Rs.*). Er ist, wie Fig. 14 Taf. I. zeigt, von länglich runder Form, sein grösster Längsdurchmesser beträgt 0,15 mm, der quere 0,12 mm, seine untere Fläche, mit der er in die Tiefe des *recessus sacculi* hineinragt, ist stark convex, die obere dagegen plan. An den Rändern des Otolithen sieht man ebenfalls wieder eine gestreifte Membran und kleine kuglige Krystalle haften, die an der einen Seite zu einer festen Platte vereinigt in den sackartigen Anhang hineinziehen und hier bis zum dritten Otolithen von bestimmter Form zu verfolgen sind. Dieser Otolith (Fig. 13) des sackartigen Anhangs deckt die ganze *macula acustica* desselben und ist von unregelmässig länglich viereckiger Form, circa 20 mm lang und 16 mm breit; die Fläche, mit der er der *macula acustica* aufliegt, ist convex, die andere fast plan. Von seinem hinteren, oberen Winkel zieht sich eine Otolithenplatte in die innere Abtheilung der hinteren Ampulle hinein, die dort jedoch bald ihr Ende erreicht und nicht die Grösse der entsprechenden Platte der vorderen Ampulle hat. Durchs Mikroskop betrachtet, bestehen die Otolithen aus einer Unzahl kleiner, indess verschieden grosser, kugeliger Krystalle, die durch eine glashelle Kittsubstanz fest mit einander verbunden sind. Die plattenartigen Otolithen unterscheiden sich in ihrem Aussehen nur in soweit von den anderen,

als ihre einzelnen Kügelchen grösstentheils schärfer contourirt sind. Mit Salzsäure behandelt entwickeln sich aus sämmtlichen Otolithen reichliche Gasblasen. Diese Dreizahl der Otolithenmassen weist von vorne herein darauf hin, dass das Labyrinth der *Petromyzonten* nach demselben Typus wie das der übrigen Fische gebaut ist, bei denen ja auch wie bei den übrigen Wirbelthieren, mit Ausnahme des Menschen und der Säuger, die Dreizahl auftritt.

Auffallend dürfte es wohl erscheinen, dass bisher keine *membranae Corti* oder *cupulae terminales* über den *cristae acusticae* der Ampullen Erwähnung gethan ist, allein ich muss gestehen, dass es mir leider nicht gelungen ist, über diese vollständig ins Klare zu kommen. Wohl liessen sich für gewöhnlich bröcklige Stücke von Otolithenplatten an den *cristae* auffinden, auch ganz isolirte Krystallkügelchen waren dort gewöhnlich reichlich angehäuft, indess konnte ich niemals Präparate gewinnen, die eine bestimmte Form derselben constatirten. Meines Erachtens scheint es mir indess keineswegs zweifelhaft, dass auch hier plattenförmige Otolithen oder Otolithenmembranen, die dann den *cupulae terminales* der übrigen Vertebraten homolog von bestimmter Form und Grösse constant vorkommen, nur sind dieselben wegen der nöthigen, sehr subtilen Präparation der Ampullen und der Gebrechlichkeit derselben sehr schwer intact zu demonstriren.

Bevor wir jetzt zur Betrachtung der epithelialen Auskleidung des Gehörorgans übergehen, scheint es mir zweckmässig, erst noch etwas über das mikroskopische Gefüge der Wandung desselben zu sagen. Wenn man ein Stück der Wandung rein darstellt, indem man von aussen die faserige Hülle und die Nervenfäserchen, von innen das aufsitzende Epithel sorgfältig entfernt, so zeigt sich uns unter dem Mikroskope eine zarte, etwas ins Gelbliche scheinende, durchsichtige Membran, die in ihrem Gefüge keine Differenzirungen darbietet. Ueberall dort, wo sie starke Duplicaturen bildet, nimmt ihre Stärke um ein Geringes zu und schien mir hier auch zuweilen eine fein faserige Structur erkennbar zu sein. Bedeutende Contractilität ist überall leicht zu constatiren, und ich nehme deshalb keinen Anstand, die eigentliche häutige Wand des Gehörorgans zu den homogenen, elastischen, cuticularen Membranen zu zählen und dieselbe mit der Basalmembran der bindegewebigen Labyrinthwand der höher stehenden Wirbelthiere zu homologisiren, welch letztere sich bei diesen Thieren noch nicht aus der faserig-häutigen Hülle des Labyrinthbläschens differenzirt, die demnach ihr eigentliches Aequivalent in der embryonalen Zellmasse besitzt, die bei den übrigen Thieren aus sich Hülle und eigentliche Labyrinthwand entwickelt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der epithelialen Auskleidung

über, so werden wir bald finden, dass eine genaue Grenzbestimmung zwischen den verschiedenen Epithelformen ein ziemlich schwieriger Punkt ist, ja dass sie zuweilen gar nicht mit Bestimmtheit anzugeben ist, da wir oft ganz verschiedenartige Formen auf kleinem Gebiete zusammen und in einander gedrängt finden. Von den verschiedenen Epithelformen haben wir ins Auge zu fassen: das Pflasterepithel, Cylinderepithel, Flimmerepithel und Nervenepithel.

Das Pflasterepithel finden wir vorzugsweise in den Bogengängen vertreten, in denen es mit Ausnahme des Epithels auf der *raphe* und den mit dieser parallel laufenden, beiden Streifen fast ausschliesslich vorkommt. Die Grösse und Form der einzelnen Zellen ist variabel; während sie sonst in den Bogengängen gross und polygonal geformt sind, nehmen sie in der Commissur eine mehr kleine, hin und wieder langgestreckte, spindelartige Form an, auch findet man hier, namentlich an der Spitze der Commissur, Uebergangsformen des Pflasterepithels zum niedrigen Cylinderepithel. Ausser in den Bogengängen kommt dann nur noch im sackartigen Anhange vorwiegend Pflasterepithel vor. Mit Ausnahme des Nervenepithels der *macula acustica* und mit Ausnahme einer schmalen Zone Cylinderepithels um die *macula acustica* finden wir in demselben nur Pflasterepithel, theils schön regelmässig polygonal, theils von etwas grösserer, mehr unregelmässiger Form, aber immer mit grossem, deutlichem Kerne versehen.

Fast ebenso massenhaft, doch mehr durch das ganze Gehörorgan zerstreut, als das Pflasterepithel, treffen wir das Cylinderepithel an, dessen niedrigste und höchste Formen wir zugleich repräsentirt finden. Wir finden es zunächst auf dem Zapfen der Commissur der Bogengänge, an dessen Basis es zuerst ganz niedrig, nach dessen Mitte hin es aber immer mehr an Mächtigkeit zunimmt, bis es bald eine Höhe von 0,03 — 0,045^{mm} erreicht hat. Nach der Spitze des Zapfens hin wird es dann allmählig wieder niedriger, um schliesslich durch die cubische Form hindurch langsam in das Pflasterepithel der Commissur überzugehen. Eigenthümlich scheint mir die Einpflanzungsweise des Epithels zu sein, und da hierüber doch etwas gesagt werden muss, so nehme ich gleich hier Gelegenheit einiges im Zusammenhange über den Bau des Zapfens zu sagen.

Derselbe besteht in seiner Achse, bis zu welcher von oben her die beiden zusammenliegenden Wände der Bogengänge einschneiden, aus einem faserigen, bindegewebigen Stroma, in dem zahlreiche Kerne zu erkennen sind. Dasselbe nimmt von der Basis bis zur Spitze des Zapfens fortwährend an Mächtigkeit ab und geht schliesslich mit seinen letzten, centralen Fasern in die innere Wand der Commissur über, an welcher dieselben indess bald nicht mehr zu verfolgen sind. Aus dieser

faserigen Achse erheben sich nun Gebilde von eigenthümlicher Form und Structur (Fig. 25 *c*, *c*), zu denen mir aus der übrigen Thierwelt keine Homologa bekannt sind. Dieselben wachsen scheinbar dicht gedrängt überall aus dem Mantel der Faserachse hervor, erreichen die Höhe von 0,06 mm und mehr, und haben im Allgemeinen die Form von langgestreckten, oben abgerundeten Cylindern. Sonst gilt auch von ihnen, dass sie desto flacher werden, je mehr sie sich der Spitze des Zapfens nähern. Jeder Cylinder zeigt sich als streng geschiedene Einheit und steht mit den anderen, ihn umgrenzenden in keiner weiteren Gemeinschaft, als dass sie eben eng an einander liegen. Der Bau derselben ist deutlich lamellös, so dass es scheint, als wäre eine Unzahl von Cylindern in einander geschoben, und sucht man sie durch Präparation zu zerstören, so erhält man in Folge dieses Baues fast immer muschlige Bruchflächen. Die Substanz der Cylinder ist von gallertiger Consistenz und zeigt bei grosser Durchsichtigkeit einen leicht gelblichen Schimmer. Auf diesem Cylinder steht nun das oben erwähnte Cylinderepithel, welches dadurch, dass es auf höckerigem Grunde ruht, von oben ein deutlich marmorirtes Aussehen erhält. Es sind nämlich diejenigen Epithelzellen, die ganz auf der Höhe der Cylinder stehen, also auf oder unmittelbar neben deren Längsachse, die kürzesten, gemäss der Rundung der oberen Cylinderenden werden sie von da ab in concentrischen Kreisen immer länger, bis sie dort, wo die einzelnen Cylinder sich eng an einander schliessen, die grösste Länge erreichen. Ich glaube, dass sich aus dieser verschiedenen Länge der Epithelzellen das marmorirte Aussehen derselben hinlänglich erklärt, zumal ich nach anderweitigen Unterschieden zwischen den einzelnen Zellen stets vergebens gesucht habe. Eigenthümlich und jedenfalls erwähnenswerth scheint mir noch der Befund zu sein, dass sich von der Faserachse des Zapfens fortwährend sehr feine Fäserchen abtheilen, um zwischen den einzelnen Cylindern aufwärts zu steigen und an solche Epithelzellen heranzutreten, die gerade auf dem Grenzsaume zwischen zwei Cylindern stehen. Das physiologische Verständniss für diesen Befund ist mir unklar, da sich wie gesagt kein Unterschied zwischen den Zellen nachweisen lässt. Zwar wäre es nicht unmöglich, dass die fraglichen Fäserchen noch kurz vor ihrer Insertion an die Zelle mehrere kleine Aestchen für alle anderen nicht damit versehenen Zellen abgeben, und dass dadurch die vollständige Gleichheit aller Zellen wieder hergestellt würde, indess, selbst wenn dies erwiesen, würde uns auch ein solcher Befund dem physiologischen Verständnisse wenig näher bringen, da uns doch einstweilen eine Einsicht in den Zweck des ganzen Zapfens noch vollständig fehlt. Es erübrigt uns nun noch etwas über die oben erwähnten, gallertigen Cylinder zu sagen. Es fragt

sich, sind dieselben als ein Product der Faserachse oder des Epithels aufzufassen, oder sind sie für ganz selbständige Gebilde zu halten. Das erste ist meiner Ansicht nach der Fall, trotzdem wir an anderen Stellen des Gehörorgans, z. B. in der *raphe* der Bogengänge und an der *crista longitudinalis* der Ampullen ähnliche Cylinder finden, ohne dass wir dort eine feste, faserige Grundsubstanz selbständig nachweisen können. Ich meine, wir haben hier eine der wenigen Stellen am Gehörorgane, wo sich aus den Elementen der Hülle eine selbständige, bindegewebige Wand abgeschieden, deren Zellen dann im embryonalen Zustande diese selbständigen Cylinder als Cuticulargebilde schichtenweise in mächtiger Lage abgesondert haben, und die dann noch das auch von anderen Orten des thierischen Körpers her bekannte Verhalten der Verbindung mit dem Epithel zeigen, so dass sich auch hier eine Verbindung von epithelialen Elementen mit Ausläufern von unzweifelhaften Bindegewebselementen nachweisen lässt.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie am Zapfen bieten sich uns an der *raphe* der Bogengänge dar. Wir haben hier wieder eine Cuticularsubstanz, die in ihrem Wesen der obigen ganz gleich ist, nur in ihrer äusseren Form theilweise etwas von ihr abweicht; sie bildet hier nämlich nicht nur hohe Cylinder, sondern auch unregelmässige, becher- und pilzförmige Figuren (Fig. 9) von verschiedener Höhe. Auf deren abgerundeten, oberen Enden steht dann wieder ein Cylinderepithel von 0,015 — 0,018 ^{mm} Höhe (Fig. 34), das mit der Höhe der seitlichen, niedriger werdenden Cuticularbildungen abnimmt und an den Rändern der *raphe* ziemlich plötzlich in das Pflasterepithel der Bogengänge übergeht. In dem mittleren Theile der *raphe*, dort, wo sie äusserlich sehr wenig ausgeprägt erscheint, ist die Cuticularsubstanz sehr spärlich, sie besteht hier aus kleinen, flachen Knöpfchen mit breiter Basis, auch das Epithel ist hier entsprechend niedriger. Am beträchtlichsten ist sowohl Cuticularsubstanz, als Epithel an den beiden knopfförmigen Enden der *raphe*.

Die Grundmembran der *raphe* ist etwas verdickt und zeigt zum Unterschiede von der übrigen Wandung der Bogengänge ein fein faseriges Gefüge mit spärlich eingestreuten, spindelförmigen Kernen. Wir haben oben bei der Beschreibung der Bogengänge noch zweier seitlicher Längsstreifen in denselben Erwähnung gethan, und wollen wir deren Epithelialbekleidung hier jetzt gleich mitberühren.

Es ist mit Bezug darauf nur kurz anzugeben, dass dieselben an verschiedenen Stellen ein verschieden hohes Cylinderepithel tragen, niedriges an ihrem Entstehungsorte in der Mitte des Bogengangs, dann nach der Ampulle hin allmählig immer höheres, bis am kolbigen Ende dicht neben der *crista acustica* das Maximum der Höhe erreicht wird. Auch

hier finden wir unter dem Epithel wieder eine Cuticularsubstanz, genau so wie in der *raphe* gebildet und ihre Höhe genau entsprechend der wachsenden Höhe des Epithels.

Ferner finden wir dann Cylinderepithel sehr schön ausgeprägt in den *planis semilun.*, den inneren und äusseren Abtheilungen der Ampullen, indess hier nur an beschränkten Stellen, auf der *crista longit.* zwischen den Ampullenabtheilungen und auf dem knopfförmigen Vorsprunge der *crista frontalis*, der von aussen über die Oeffnung des sackartigen Anhangs hinüberragt. Auf dem *planum semilun.* hat es durchgehends die Höhe von 0,06 mm, während es auf der *crista longit.* nicht über 0,05 mm hinauskommt. Von ganz wechselnder Höhe ist es in den Ampullenabtheilungen. Zunächst unter der *crista acustica* finden wir in beiden Abtheilungen ganz niedriges, kaum über die kubische Form hinausgehendes Epithel mit grossem, deutlichem Kern, welches indess in weiterem Verlaufe bald andere Grössen annimmt. Mit der ansteigenden Höhe der *crista longit.* (Fig. 10 u. 11) und dem allmählig höher werdenden Epithel auf derselben nimmt auch zu beiden Seiten von ihr das Epithel der von da ab schalenförmig in die Tiefe steigenden Wandung der Ampullenabtheilungen an Höhe bis zu 0,045 mm zu, die demselben dann in den äusseren Abtheilungen bis zum Ende der *crista longit.* bleibt, in den inneren aber am Saume der Nervenzunge (Fig. 10 u. 11 *Cr.*) aufhört.

In querer Ausdehnung der Ampullenabtheilungen fällt mit der ansteigenden Tiefe derselben das Epithel zu immer niedrigerer Form ab, so dass es im Grunde nur noch die Höhe von 0,015 mm behält und schliesslich an den zur *raphe* aufsteigenden Aussenwänden grösstentheils in einfaches Pflasterepithel übergeht. Nur an einer kleinen Stelle derselben, nahe dem Einmündungsrande in die Vorhofsäcke finden wir wieder hoch anwachsendes Cylinderepithel (Fig. 32). Die Stärke der Wandung in den Ampullenabtheilungen ist überall proportional der Höhe des Epithels; sie erreicht höchstens die Dicke von 0,02 mm, zeigt völlig homogene Structur und ist von gelblicher Färbung. An ihrer Aussenfläche ist sie theilweise sehr innig mit der häutig-faserigen Hülle verbunden (Fig. 32). Auffallend ist noch eine quere, von der *crista longit.* aus zwischen der Nervenzunge und der *crista acustica* der eigentlichen Ampulle durch die innere Ampullenabtheilung der vorderen *ampulla trifida* hindurch verlaufende Verdickung der Wandung (Fig. 11 *d*), welche erst an der aufsteigenden Wand allmählig ihre Höhe verliert und in das Niveau der übrigen Wandung zurücksinkt, ausserdem noch eine auf dem Ende der *crista longitudinalis ant.* befindliche, zungenförmige Anhäufung einfacher Cylinderzellen (Fig. 11 *crh*). Ich komme auf diese wichtigen Verhältnisse noch zu sprechen.

Es bleibt nun noch ein Weniges über den Bau der *crista longit.* zu sagen übrig, deren äussere Form wir schon oben genugsam erörtert haben.

Dieselbe besteht aus einer beträchtlich verdickten, homogenen Grundsubstanz, aus der sich massenhaft hohe, verschieden geformte Cuticularbildungen erheben (Fig. 33), die von denen der *raphe* und des Zapfens nur durch ihre theilweise hervorragende Grösse etwas verschieden sind. Ungleich gross an verschiedenen Stellen, bilden sie dadurch auf der vorderen *crista* zwei hervorragende Höcker, denen indess auf der hinteren nur ein einziger entspricht (Fig. 5). Das Cylinderepithel ist überall von mittlerer Höhe ($0,03^{mm}$), nur nach der *crista acustica*, wenigstens der hinteren Ampulle hin, wird es zuletzt der Abflachung der Leiste selber entsprechend niedriger.

Soviel einstweilen über die Verbreitung des Cylinderepithels, gehen wir jetzt zum Flimmerepithel über, diesem wichtigen Bestandtheile, der, wie Dr. HASSE späterhin weiter ausführen wird, als letztes Ueberbleibsel dieser im Gehörorgane der Wirbellosen so weit verbreiteten Elemente den Zusammenhang zwischen Vertebraten und Evertebraten auch in diesem wichtigen Sinnesorgane herstellt. Dieses in seinem Vorkommen und seiner Grösse hier jedenfalls auffallende Epithel finden wir einzig und allein in den beiden Vorhofssäcken, deren Wandung es ausschliesslich bekleidet. Die Grösse der einzelnen Zellen schwankt, das Flimmerhaar abgerechnet, zwischen $0,02$ — $0,03^{mm}$, so zwar, dass man die kleineren an den hervorragenden Falten und an den Rändern des *vestibulum*, die grösseren auf der übrigen Wandung derselben findet. In der Form zeigen sie (Fig. 30) nur geringe Abweichungen von einander; indem man bei allen im Ganzen die cylindrische Form gewahrt sieht, gehen jedoch einige mit mehr zugespitztem, unterem Ende in die Kegelform, andere mit unten breiten, abgerundeten Enden mehr in die Flaschenform über. Der Zellenkern, gross und scharf umgrenzt, liegt in verschiedener Höhe, meist ziemlich im Grunde der Zelle, sehr selten in der oberen Hälfte derselben; er schickt zu der Basis des Flimmerhärchens ein feines, glänzendes Fädchen hinauf, dessen man indess nur bei völlig ungetrübtem Zellprotoplasma ansichtig wird. An ihrem oberen Ende tragen alle Zellen einen stark verdickten glänzenden Saum, der mit dem Flimmerhaare in sehr inniger Verbindung zu stehen scheint, weil er bei Zerstörung der Zelle durch chemische oder mechanische Eingriffe sich stets von dem übrigen Zellenkörper trennt und am Flimmerhaare haften bleibt. Aus der Mitte dieses verdickten Saumes erhebt sich nun das Flimmerhaar (Fig. 30) in einer messbaren Stärke von circa $0,005^{mm}$, die es indess durch fortwährende Verjüngung bald verliert, bis es in einer Länge von $0,05^{mm}$ in eine

haarfeine Spitze ausläuft. Im Allgemeinen kann man sagen, dass das Flimmerhaar stets die doppelte Länge des zugehörigen Zellkörpers erreicht. Die Substanz derselben ist stark lichtbrechend und sehr resistent gegen chemische Agentien, so dass ich die von LEYDIG beobachtete faserige Längsspaltung nur durch längere Salzsäure-Einwirkung erhalten konnte. Erwähnt möge noch werden, dass man an Präparaten die Härchen fast ausnahmslos sichelförmig gekrümmt und alle schräg nach einer Richtung hin gelagert findet.

Während wir nun diese Flimmerzellen meiner Ansicht nach als alleinige epitheliale Auskleidung der Vestibularsäcke zu betrachten haben, finden wir doch nach vorsichtiger Entfernung dieses Epithels auf der Wandung noch andere zerstreut liegende Zellgebilde von eigenthümlicher Form, deren schon REICH in seiner oben angeführten Abhandlung als »Ersatzzellen« Erwähnung thut. Im Anfange geneigt, dieselben wegen ihrer Form als abgerissene, auf der Membran zurückgebliebene Flimmerzellenreste anzusehen, wurde ich durch Querschnitte durch die Vestibularwand doch bald überzeugt, dass dieselben wirklich für eigenartige Zellen zu halten sind, die überall einen deutlichen Kern zeigend, mit breiter Basis der Membran aufsitzen, nach oben hin aber fadenförmig, spitz auslaufen (Fig. 24 u. 29 *e*). Dass dieselben, wie REICH behauptet, vollständig bis zur Oberfläche des Flimmerepithels hinaufreichen, konnte ich nur in einzelnen Fällen constatiren, meist schienen sie mir ungefähr in der halben Höhe der Flimmerzellen ihr Ende zu finden und so nur den Platz auszufüllen, der zwischen den unten zugespitzten Enden der Flimmerzellen frei gelassen bleibt. Ob dieselben nun wirkliche Ersatzzellen für die Flimmerzellen sind, wie REICH annimmt, oder ob sie in irgendwelcher Beziehung zu der Erregung der Flimmerbewegung stehen, darüber dürfte wohl einstweilen eine endgültige Entscheidung schwer zu fällen sein, ehe nicht bestimmte, an sie herantretende Nervenfasern nachgewiesen sind, von denen ich leider keine Spur finden konnte. Zwar ist uns ein Nerv, der *facialis* gegeben, der, und ich mache ausdrücklich auf diesen wunderbaren Umstand behufs weiterer Forschung aufmerksam, durch seinen eigenthümlichen, ringförmigen Verlauf um das *vestibulum* darauf hinzuweisen scheint, dass er auch für dasselbe bestimmt sei, allein es lässt sich trotz allen Suchens auch keine einzige Faser auffinden, die in die überall äusserst zarte, homogene Vestibularwand hinein zu verfolgen wäre, trotzdem derselbe vom Ursprunge bis zum Ende, wahrscheinlich durch Abgabe feiner Fäserchen ins Innere der Säcke, allmählig abnimmt.

Es ist nun noch eines einzigen Punktes im *vestibulum* zu gedenken, wo wir kein Flimmerepithel, sondern statt dessen ein hohes Cylinder-

epithel vorfinden; es ist dies der Rücken und das Köpfchen der nach innen vorspringenden, das *vestibulum* in zwei Zellen theilenden *crista* (Fig. 5 *Ccrfr.* u. *Crfr.*). Während die seitlichen Abhänge derselben das kleiner werdende Flimmerepithel zeigen, finden wir längs des Kammes ein mit der Höhe der *crista* entsprechend anwachsendes Cylinderepithel, das seine grösste Höhe auf dem *capitulum* erreicht, um dann nach dem sackartigen Anhange hin allmählig in Pflasterepithel überzugehen. Die Grundsubstanz der *crista* ist stark verdickt, hat ein fast knorpeliges Aussehen, und zeigt ähnlich wie die Cuticularsubstanz der *raphe* etc. einen sehr fein concentrisch geschichteten Bau mit einzelnen von der Basis aufsteigenden, lichtglänzenden Fasern, ohne dass jedoch Cuticulargebilde wie z. B. im Zapfen zu unterscheiden wären. Wenn Reich behauptet, auf den vorspringenden Falten des *vestibulum* das Cylinderepithel in eigenthümlicher Weise mit Acusticusendigungen in Verbindung gesehen zu haben, so muss ich gestehen, dass ich von alle dem nichts gefunden habe und meiner Meinung nach hier auch nicht einmal ein Anklang an Nervenepithel gegeben scheint.

Wir kommen jetzt zur vierten Epithelialform, zum Nervenepithel, und wollen wir auch hier wieder zuerst die Frage erörtern: Wo finden wir denn Nervenepithel? Wenn es richtig war, von vornherein die Bogengänge als wirkliche Bogengänge und ihre kolbigen Enden als wirkliche Ampullen anzusehen, so konnte man vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus gleichfalls von vorne herein behaupten, dass sich in den Ampullen der Bogengänge Nervenepithel finden müsste, nach Analogie mit der höheren Thierwelt voraussichtlich sogar auf einer *crista acustica* stehend. Fanden wir indess dort kein Nervenepithel, so waren wir füglich berechtigt, die Dignität der Ampullen, wie der Bogengänge als solche ganz in Zweifel zu ziehen. Indess täuschte die erste Annahme und mit ihr der vergleichend anatomisch gewonnene Schluss nicht. Wir finden, wie schon weiter oben erwähnt wurde, in den Ampullen an der convexen Wand eine deutlich ausgeprägte, auf einem niedrigen Septum ruhende Nervencriste (Fig. 10 u. 11 *Cr.*), die in ihrem schmalen, mittleren Theile circa 0,17 ^{mm}, an ihren Enden circa 0,3 ^{mm} breit ist und in der Ansicht von oben die typische Marmorirung zeigt.

Nicht so leicht war es bei den anderen Theilen gegründete Vermuthungen auf Nervenepithel hinzustellen, denn wegen der ganz eigenartigen Form des Gehörorgans vermochte wohl keiner aus der äusseren Gestalt und der Lage der Theile einen begründeten Schluss auf Analogien mit den Abtheilungen des Gehörorgans höherer Thiere zu machen. Konnte man allerdings von vornherein sagen, dies muss aus bestimmten Gründen die Schnecke sein und das der *sacculus*, so war damit zugleich

mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass dann auch Nervenepithel daselbst zu finden sei. Da indess eine solche Bestimmung schlechterdings unmöglich war, so blieb schliesslich als der einzige Weg zur sicheren Eruirung desselben eine sorgfältige Präparation übrig. Wenn schon die herantretenden Nervenfasern und die durchscheinende *macula* an der Innenwand das Vorhandensein von Nervenepithel im sackartigen Anhange kaum mehr zweifelhaft liessen, so wurde die Feststellung der ganzen Ausbreitung des Epithels auch in den inneren Abtheilungen der Ampullen im Anfange wesentlich durch das Auffinden der Otolithen erleichtert, denn es war überall, wo sie sich fanden, mindestens die Vermuthung gerechtfertigt, dass dort auch Nervenepithel vorhanden sei. Durch Zusammenstellung einer Reihe von Präparaten und mit Hülfe massenhaft angefertigter Querschnitte gelang es mir schliesslich eine zusammenhängende *macula acustica* von folgender Ausbreitung bestimmt nachzuweisen.

Aus dem sackartigen Anhange heraus, wo wir die ganze hufeisenförmige Verdickung an der Innenwand als *macula acustica* zu betrachten haben, zieht sich von der vorderen, oberen Ecke derselben ein schmaler Schenkel aufwärts über den vorderen, inneren Einmündungsrand in die innere Abtheilung der entsprechenden, ampullären Erweiterung. Indem er sich hier durch den Grund der als *recessus sacculi* bezeichneten Vertiefung (Fig. 5 u. 11 *Rs.*) hindurchzieht, verbreitert er sich allmählig in dem weiteren Verlaufe an der zur *crista longit.* aufsteigenden Wand und endigt circa 0,04^{mm} vor der *crista acustica* der vorderen Ampulle, nachdem seine Verbreiterung zuletzt noch stärker zugenommen hat, mit einem abgerundeten, breiten Ende (Fig. 11). Vom *recessus sacculi* ab liegt die in ihrer Ausbreitung im Ganzen eine Zungen- oder Schuhsohlen-Form darstellende Nervenepithelausbreitung der *crista longit.* unmittelbar an, indess entfernt sie sich allmählig etwas davon, indem sie mit ihrem Ende mehr in die Tiefe der ampullären Abtheilung hineinzieht. Es kann uns dieses Lageverhältniss vielleicht die irrige Angabe in Reich's Abhandlung erklären, dass auf der *crista longit.* selber Nervenepithel zu finden sei. Erörtern wir jetzt auch gleich das Verhältniss der Otolithen zu dem Nervenepithel, so finden wir, dass der oben erwähnte, grösste Otolith (Fig. 12) dem breiten, abgerundeten Ende der Nervenzunge aufliegt; von da ab bis zum *recessus sacculi* sehen wir dann eine Otolithenplatte (Fig. 15) und im *recessus sacculi* selber den kleinsten Otolithen (Fig. 14) das Epithel decken, so dass dem zusammenhängenden Epithel eine ebenso zusammenhängende Otolithendecke entspricht. Ueber den Otolithen auf der *macula acustica* des sackartigen Anhangs (Fig. 13) und auf dem vorderen Schenkel bis zum *recessus sacculi* dürfte bereits oben

genug gesagt sein. Entsprechend der Ausbreitung des Nervenepithels in der vorderen, ampullären Abtheilung finden wir ebenfalls von der *macula acustica* des sackartigen Anhangs, und zwar von dessen hinterem, oberen Ende ausgehend, einen Schenkel in die innere Abtheilung der hinteren Ampulle hineintreten; indessen erreicht derselbe lange nicht die Grösse der entsprechenden, vorderen *macula,* wiewohl er genau deren Form und Lage innehält. Statt eines Otolithen von bestimmter Prägung konnte ich hier immer nur eine Otolithenplatte finden.

Weiteres Nervenepithel, etwa in den äusseren Abtheilungen der *ampullae trifidae* zu entdecken, ist mir nicht gelungen, und so müssen wir uns einstweilen bei der Annahme einer einzigen, zusammenhängenden *macula acustica*, die durch den sackartigen Anhang hindurch fast von einer *crista acustica* zur anderen reicht, begnügen. Vielleicht hat dieselbe im ersten Augenblicke etwas Befremdendes, allein sie steht doch nicht so ganz vereinzelt da, denn wir werden später bei *Myxine,* und zwar bei einer wesentlich anderen Form des Gehörorgans, eine eben solche *macula acustica* wiederfinden.

Gehen wir jetzt näher auf die Nervenendapparate ein, wie sie sich auf den *cristae* und in der *macula acustica* finden, so haben wir zunächst zwei verschiedene Zellformen zu betrachten, aus denen sich das Nervenepithel constant zusammensetzt; es sind dies die sogenannten Zahnzellen und die Stäbchenzellen. Ferner würden wir dann noch etwas über die bindegewebige Grundsubstanz und die feineren Nervenfasern zu bemerken haben. Die Zahnzellen, dicht gedrängt neben einander stehend, haben im Ganzen die Form der von M. Schultze [1]) sogenannten Basalzellen; sie sitzen mit dem abgestumpften, centralen Ende dem Bindegewebe auf, mit ihrem mehr zugespitzten, peripheren Ende aber verschwinden sie nicht zwischen den höher liegenden Stäbchenzellen, sondern bilden mit ihnen zugleich die freie Fläche des Epithels. Ihre Länge beträgt circa 0,04 ^{mm} und zeigen sie im Grunde des centralen Endes stets einen deutlichen, ovalen Kern. Zwischen den fast fadenförmigen Enden der Zahnzellen eingeschaltet liegen nun wie bei den übrigen Wirbelthieren die Stäbchenzellen, die alleinigen Träger der Nervenenden (Fig. 26, 27 u. 28 *st.*). Dieselben sind von kurzer, gedrungener Flaschenform, circa 0,015 ^{mm} lang und hängen von der freien Fläche des Epithels her gleichsam frei zwischen den Zahnzellen, da sie mit ihrem centralen Ende lange nicht bis zur Grundmembran hinunterreichen. Ihr grosser, runder, oder ovaler Zellenkern liegt immer im Grunde der Zelle und zeigt gewöhnlich ein

[1]) Max Schultze »Ueber die Endigungsweise der Hörnerven« im Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissenschaftl. Medicin. 1858, pag. 348.

schönes, glänzendes Kernkörperchen. Der obere, freie Rand der Zelle ist beträchtlich verdickt (Fig. 28), und aus ihm erhebt sich dann ein feines, spitzes Härchen, gewöhnlich von 0,015 mm Höhe; indess habe ich dieselben auch in der Länge von 0,036 mm angetroffen, wo dann noch die obere Spitze eine kleine, knopfförmige Anschwellung zeigte, die ich indess entschieden für ein postmortales Einschmelzungs- oder Gerinnungsproduct des oberen Haarendes halte. Es lässt sich hieraus wohl schliessen, dass die natürliche Länge der Hörhaare noch um ein Wesentliches über 0,036 mm zu schätzen sein dürfte. Der Nerveneintritt in das untere, centrale Ende der Zelle bildet jedenfalls einen der schwierigsten Punkte der Untersuchung und habe ich nur in sehr vereinzelten Fällen Gelegenheit gehabt, ein abgerissenes Nervenfädchen daran zu bemerken; nur ein einziges Mal sah ich ein aus der Bindegewebsmembran heraustretendes, intactes Nervenfädchen an die Stäbchenzelle herantreten.

Betrachten wir jetzt nach dieser Erörterung der Zellformen das Epithel von der Fläche, so können wir uns wohl leicht eine Erklärung über das marmorirte Aussehen desselben geben [1]. In der Abwechslung der Zahnzellen mit den Stäbchenzellen, welch erstere so angeordnet sind, dass sie immer in einfachem Kranze die letzteren umstehen, und in der verschiedenen Grösse des Querschnitts beider Zellformen dürfte meiner Meinung nach das ganze Geheimniss begründet sein.

Die Grundmembran der *maculae* und *cristae acusticae* zeigt an verschiedenen Stellen eine sehr verschiedene Mächtigkeit; hauptsächlich ist dies auffallend an der *macula* des sackartigen Anhangs. Dort zeigt sie am unteren Rande eine Stärke von 0,09 mm, während sie dann weiter oben nach dem Oeffnungsrande des Anhangs zu kaum noch 0,03 mm im Querschnitte hat. Ihr Gefüge ist an der Aussenseite, dort, wo die Nerven an sie herantreten, feinfaserig; diese Faserung wird indess nach der epithelialen Seite hin immer feiner, und bald sieht man nur noch eine homogene, gelbliche Substanz, in der nur bei starker Vergrösserung eine feine lamellöse Schichtung, wie wir sie oben schon öfter erwähnt haben, sichtbar wird. In querer Richtung wird diese Membran von massenhaften, aufwärtssteigenden, glänzenden Nervenfädchen durchzogen, deren Bau schon Max Schultze in seiner oben citirten Schrift zur Genüge aus einander gesetzt hat.

Nach seiner Untersuchung bestehen die Primitivfasern nur aus Achsencylindern mit dünner, kernhaltiger Scheide, während die aus der Grundmembran der *macula acustica* herausgetretenen Fasern keinerlei Hülle mehr besitzen, sondern freie Achsencylinder sind. Ich kann

[1] l. c.

diesen Befund durchaus bestätigen, und habe nur hinzuzufügen, dass meiner Ansicht nach die Nervenfäserchen ihre Hülle gleich beim Eintritt in die Membran verlieren und sie diese also schon als freie Achsencylinder durchsetzen. Aus der Membran herausgetreten ziehen sie dann als feine, glänzende Fädchen zwischen den Zahnzellen aufwärts bis zur Basis der Stäbchenzellen, an welche sie sich ansetzen. Mit den Zahnzellen treten sie weiter in keine Verbindung.

Kurz vor dem Eintritt in die Bindegewebsmembran bemerkt man an einigen Nervenfasern kleine gangliöse Anschwellungen, in denen ich in mehreren Fällen sicher einen Kern gefunden zu haben glaube, so dass ich M. Schultze's Ansicht, dieselben alle für Kunstproducte, entstanden durch ungleiche Diffusionswirkung in der Nervenfaser, zu halten, nicht so ganz theilen kann. Die Auffassung Reich's (s. seine oben erwähnte Abhandlung) von den letzten Nervenenden ist mir kurz gesagt ein Räthsel geblieben.

Wir haben jetzt, wie ich glaube, alles betrachtet, was in makroskopischer und mikroskopischer Beziehung über das betreffende Gehörorgan zu sagen wäre, es dürfte nun wohl interessant sein, noch etwas darüber zu bemerken, wie denn vergleichend anatomisch die einzelnen Theile dieses Gehörorgans zu deuten sind. Wir haben bisher viel von einem sackartigen Anhange, von äusseren und inneren Ampullenabtheilungen etc. gesprochen, ohne dass wir für diese Benennungen einen anderen Beweggrund als die Autorität von J. Müller und die rein äusserliche Form des betreffenden Theiles gehabt hätten; es handelt sich nun darum, Berechtigungen zu finden, vermöge deren wir uns von diesen in der Otologie eigentlich nichts sagenden und vergleichend anatomisch nichts bedeutenden Benennungen losmachen können, um so für ein und denselben Gegenstand andere, längst eingeführte Namen mit bestimmt anatomischem Begriffe einzusetzen, die dann der Zugehörigkeit des Gehörtypus der *Cyclostomen* zu dem höherer Thiere zugleich Ausdruck verleihen würden.

Während früher von Breschet u. a. dem Gehörorgane von *Petromyzon* u. a. nicht einmal Bogengänge zugestanden wurden und damit einstweilen ein Gehörorgan von primitivster Bläschenform Anerkennung fand, wurde dann bald durch J. Müller die Existenz von zwei Bogengängen ausser Zweifel gestellt, und so war doch wenigstens eine Grundlage gewonnen, geeignet, das Gehörorgan der *Cyclostomen* dem der übrigen Wirbelthiere anzureihen. Freilich mochte auch dieser Befund von zwei Bogengängen späteren, vergleichenden Anatomen schwerlich genügen; man war so an die Dreiheit der Bogengänge gewöhnt, von der ja bisher bei Wirbelthieren keine Ausnahme constatirt war, dass wohl mancher im Stillen trotz aller vorliegenden Untersuchungen sich der Ansicht nicht

hat entschlagen können, es würde sich auch noch ein dritter (horizontaler) Bogengang, oder mindestens doch ein Rudiment von demselben auffinden lassen.

Ich gestehe, dass auch ich mir diesen Zweifel an J. Müller's Autorität erlaubt und viel Aufmerksamkeit auf den dritten, fehlenden, horizontalen Bogengang verwendet habe.

Als ich von dem Nichtvorhandensein desselben überzeugt war, sah ich mich dann genöthigt, um wo möglich einen Uebergang zu dem Typus des Gehörorgans der höheren Wirbelthiere zu finden, wenigstens nach einer Ampulle zu suchen, die der horizontalen entspräche, in der Annahme, in der mich auch die später darzulegenden Verhältnisse des niedriger organisirten Fisches, der *Myxine*, nicht täuschten, und wofür auch entwicklungsgeschichtliche Erfahrungen des Herrn Dr. Hasse sprachen, dass sich die Ampullen aus dem einfachen Labyrinthbläschen von den Bogengängen differenziren.

Ich glaube, es ist mir geglückt, eine solche zu finden und somit *Petromyzon* als Bindeglied zwischen *Myxine* mit zwei und den übrigen Wirbelthieren mit drei ausgebildeten Ampullen hinzustellen. Dieselbe stellt sich jedoch nicht wie bei den höheren Vertebraten dar, sondern sie verharrt, wie wir gleich sehen werden, auf einer gewissen embryonalen Stufe, und würde kaum als solche zu erkennen sein, wenn man nicht die Entwicklungsgeschichte zu Hülfe nähme, und das zeigt denn ausser manchen anderen Verhältnissen wiederum, wie nahe *Petromyzon* der *Myxine*, steht und eine wie grosse Kluft im Verhältniss zu diesen Thieren die Neunaugen und die übrigen Fische trennt, und wie wir die Uebergangsformen zu ihnen wohl in einer ausgestorbenen Thiergruppe zu suchen haben, deren vereinzelte, lebende Verwandte die *Cyclostomen* sind. Ich habe lange nach dem charakteristischen Elemente, nach einer *crista acustica* der horizontalen Ampulle gesucht und musste dieselbe, da sie bei den übrigen Wirbelthieren nach aussen von der anderen vorderen, der sagittalen Ampulle liegt, zunächst in der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida*, und zwar mit demselben charakteristischen, zungenförmigen Aussehen, wie bei den übrigen Vertebraten vermuthen. In der That glaube ich in dem Ende der vorderen *crista longitudinalis* ein Gehörleistenrudiment zu sehen, das gegenüber demselben Theile der hinteren eine Eigenthümlichkeit darin zeigt, dass es mit einer dunklen, zungenförmig gestalteten Masse höherer Cylinderzellen (Fig. 11 *crh.*) bekleidet ist, an deren hinteres, breites Ende die Leiste *d* tritt, die diesen Theil somit gleichsam von der übrigen Längsleiste abschneidet. Allein, wird man einwenden, dieser zungenförmige Theil der Leiste zeigt weder Nerven, noch trägt er die beiden charakteristischen Formen des Nervenepithels,

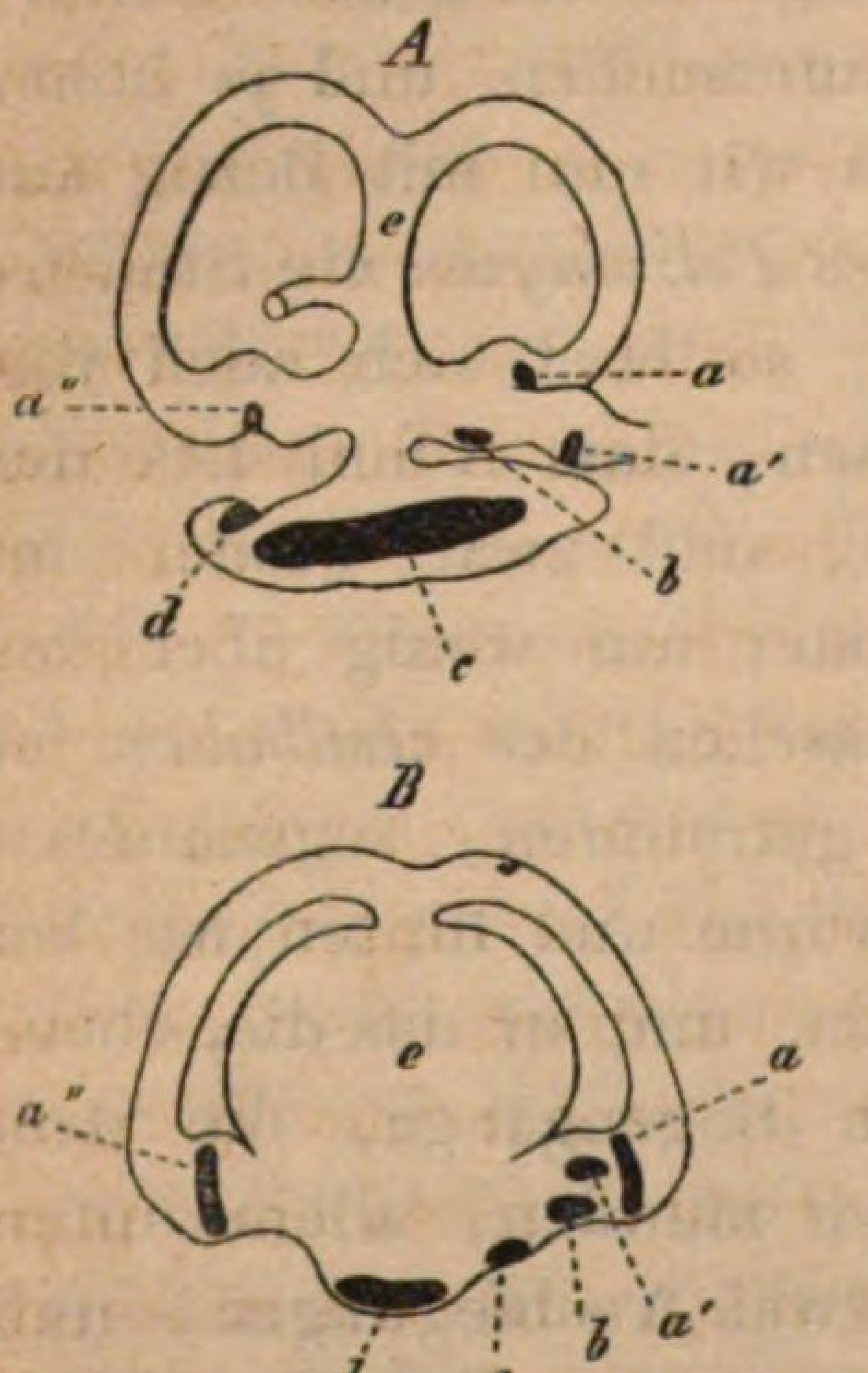
Stäbchen und Zahnzellen, es gehen ihm also die charakteristischen Elemente einer *crista acustica* ab, allein, wie so oft, hilft über diese Schwierigkeit die Entwicklungsgeschichte hinweg. Würde einem Thiere, wie es hier der Fall ist, ein Bogengang und eine ausgebildete Ampulle abgehen, so könnte, falls die Grundanschauung richtig, dass niedere Organformen niederen Entwicklungsformen entsprechen, es nur die horizontale sein, die sich bei den Wirbelthieren, wie wir wissen, später als die frontale und sagittale aus dem Labyrinthbläschen entwickelt, und nur dann, wenn sie selbst ohne Bogengang in voller Ausbildung vorhanden, müssen wir auch die *crista acustica* mit dem bekleidenden Epithel in seinen charakteristischen Formen und die Nerven in derselben voll entwickelt, differenzirt sehen. Eine vollkommen ausgebildete Ampulle fehlt nun aber hier, sie ist nur als schwache, äussere Ausbuchtung der *ampulla trifida* vorhanden, und so dürfen wir wohl von vorneherein annehmen, dass sie in ihren Elementen, namentlich der Gehörleiste, auf einer niederen Entwicklungsstufe beharrt. Wir wissen nun aus den Untersuchungen Hasse's [1]) und Böttcher's [2]), dass die Entwicklung des Nervenepithels und der Nerven Hand in Hand geht; mit der Ausbildung dieser differenziren sich die Stäbchen oder Hörzellen, die Nervenendapparate und die indifferenten Zahnzellen, während sich vorher das Epithel als eine einfache Lage von Cylinderzellen darstellt. Hier sehen wir nun die Ampulle kaum ausgebuchtet, wie es im frühen Entwicklungsstadium bei den übrigen Wirbelthieren der Fall ist, und so kann es uns nicht allzu sehr überraschen, wenn sich in der zungenförmigen *crista* keine Nerven zeigen und das Epithel auf der Höhe einfach cylindrisch erscheint. Die vorderen Ampullen, von denen also nur die eine in voller Entwicklung vorhanden, sind in einen gemeinsamen Raum der *ampulla trifida* einbezogen, sehen wir nun, nachdem wir diese wichtigen Theile des Gehörorgans der Wirbelthiere auch bei *Petromyzon* nachgewiesen, zu, wie es sich mit den übrigen Abtheilungen, wie sie bei den anderen Vertebraten vorkommen, mit dem *utriculus*, dem *sacculus* und der Schnecke, oder vielmehr mit deren charakteristischen Elementen, den *maculae acusticae* verhält und ob dieselben hier entweder ausgebildet, oder wenigstens in Rudimenten vorhanden, und wie wir die Form des Labyrinthes der *Petromyzonten* in die der nächsthöheren Thiere, der Knochenfische, und somit per übrigen, höherstehenden Wirbelthiere überführen können.

1) Beiträge zur Entwicklung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVII.

2) Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. Leipzig, 1871.

Um beurtheilen zu können, was *utriculus, sacculus* und Schnecke ist, muss man auf die allen bisher untersuchten Wirbelthieren gemeinsamen Grundlagerungsverhältnisse der wichtigen Elemente derselben, der Nervenepithelanhäufungen, zurückgehen, und wir finden dann, dass der sogenannte *recessus utriculi* mit seiner *macula* nach unten und hinten von den zusammenliegenden, vorderen Ampullen und deren *cristae*, wenig differenzirt, die *macula* des *sacculus* nach unten und hinten von der des *utriculus* und das Nervenepithel der Schnecke, und somit diese selbst nach unten und hinten von dem Sacke, und zwar in der Nähe der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle gelagert ist. Alle diese Theile, am wenigsten, wie gesagt, der *utriculus*, differenziren sich immer mehr aus dem ursprünglich einfachen Gehörbläschen, je spätere Entwicklungsstufen wir untersuchen, und je höher wir in der Wirbelthierreihe emporsteigen. Da wir nun mit Bezug auf Bogengänge und Ampullen gesehen haben, dass *Petromyzon* ein Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe zeigt, so lässt sich auch von vorne herein für die übrigen Theile annehmen, dass Aehnliches der Fall, und dass dieselben, wenn vorhanden, und zwar wieder am wenigsten der *recessus utriculi*, sich nicht oder nur wenig über das Labyrinthbläschen erheben. Das Labyrinthbläschen des *vestibulum* ist durch die durch eine Leiste unvollständig getrennten, sogenannten Vestibularsäcke repräsentirt, aus denen sich vorne und hinten wie bei den übrigen Wirbelthieren die Ampullen erheben, und in das die, ebenfalls wie bei den übrigen Vertebraten, beiden Bogengänge, die dem frontalen und sagittalen entsprechen, von oben münden, allein unten erheben sich aus dem *niveau* desselben nur zwei Ausbiegungen, und zwar nach hinten und unten von den vorderen Ampullen der sogenannte *recessus sacculi*, und nach hinten und unten von diesem der sackartige Anhang, in deren jeder wir das charakteristische Nervenepithel und Otolithen treffen. Eine dritte Ausbiegung, die weiter nach oben und vorne von der ersten, den vorderen Ampullen noch näher läge, zeigt sich nicht, und somit scheint bei oberflächlicher Betrachtung einer der drei Theile, *utriculus, sacculus* oder Schnecke, zu fehlen, dennoch aber lassen sie sich alle nachweisen, wenn auch, wie es natürlich, der *recessus utriculi* die meisten Schwierigkeiten darbietet. Ich betrachte als solchen die hintere Abtheilung der *pars interna* der vorderen *ampulla trifida*, die nach hinten und unten von der schwach entwickelten, horizontalen Ampulle gelagert und von einer zur *crista longitudinalis* senkrecht gestellten, niedrigen Leiste (Fig. 11 *d*) einigermassen selbständig begrenzt, eine *macula acustica* trägt (Fig. 11 *M a a*), über welcher dann der eine der grossen Otolithen gelagert ist, und somit stellt sich dann der etwas nach hinten und

unten davon gelagerte *recessus sacculi* als Sack, und der sackartige Anhang, der wieder nach unten und hinten von dem *sacculus* der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle genähert liegt, als Schnecke dar. Alle diese wichtigen Theile sind noch elementar und schnüren sich weder gegen einander, noch gegen das Labyrinthbläschen ab, sondern communiciren weit mit demselben. Diese Abschnürung findet sich erst bei den Knochenfischen, und auch dann erst sehen wir die *macula* jeder einzelnen Abtheilung mehr oder minder selbständig, während *Petromyzon* in nahem Zusammenhange mit den Verhältnissen bei *Myxine* die Nervenepithelien dieser drei einzelnen Abtheilungen in einander übergehend zeigt.



So different nun auf dem ersten Blick der Bau des Gehörorgans der Neunaugen gegenüber dem der Knochenfische erscheint, so leicht lässt sich, wie zuerst erwähnt, die höhere Form in die niedere und vice versa überführen, und zu dem Zwecke bediene ich mich der beiden schematischen Figuren, die nach den Angaben des Herrn Dr. Hasse als Gehörorgantypus der Knochenfische und der Neunaugen entworfen wurden.

Man denke sich nur die Bogengangcommissur der Knochenfische (*A.e.*) so dilatirt, dass dieselbe die Einmündungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle (*a''*) in den *utriculus* und ebenso den horizontalen Bogengang in sich aufgenommen, und dass sie sich nach vorne bis zum *recessus utriculi* und deren *macula* (*b*) ausgedehnt habe, man denke sich dann ferner den *recessus utriculi* (*b*), die horizontale und sagittale Ampulle (*a' a*) zu einem Raume (*B*), der *ampulla anterior*, vereinigt und ferner den Sack (*c*) und die Schnecke (*d*), ohne ihre gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zu ändern, fast ins Niveau der blasenartig erweiterten Commissur (*e*) des Vestibularsacks zurückgesunken und man hat die Grundform des Gehörorgans von *Petromyzon* (*B*). Somit glaube ich

Figurenerklärung.

Schematische Darstellung des Gehörorgans der Knochenfische *A* und des *Petromyzon B* von der Schädelseite *a a' a''* die Gehörleisten der drei Ampullen. *b. macula acustica utriculi. c. macula acustica sacculi. d. macula* der Schnecke. *e.* Commissur der Bogengänge.

gezeigt zu haben, wie der Typus im Bau des Gehörorgans der höheren Wirbelthiere auch bei den Neunaugen sich findet, und wie derselbe nur eine niedere Entwicklungsstufe repräsentirt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung des Gehörorgans von *Myxine* über, und sehen wir, in wie weit wir hier Verwandtschaften mit *Petromyzon* und Anklänge an den Gehörtypus der übrigen Wirbelthiere zu entdecken vermögen. Freilich, wenn wir solche Verwandtschaft nur auf die Aehnlichkeit äusserer Formen stützen wollten, dann würde uns ein Blick auf Fig. 16 und 17, Taf. XXIV. vollkommen darauf hinweisen, von einem Vorhaben abzustehen, das keinen Erfolg verspricht; um so überraschender und lohnender wird es aber sein, wenn wir dann später bei Betrachtung des inneren Baues doch noch Analogien auffinden, die durch die äussere Form nicht einmal angedeutet sind.

Das Gehörorgan der *Myxine* liegt beiderseits zwischen den Austrittsstellen des *n. facialis* nach vorn und des *n. vagus* nach hinten, eingeschlossen in eine knorplige, gelbbraune, halbdurchsichtige Gehörkapsel, zu beiden Seiten der hinteren, knorplig-häutigen Schädelkapsel. Die Form dieser Kapsel ähnelt, da ihre mediane Wand fast ganz abgeplattet ist und ihre äussere eine ziemlich gleichmässige, convexe Wölbung zeigt, fast genau der Form einer Kaffeebohne bei einer Grösse von 4 ^{mm} in der Längsrichtung, 2 ^{mm} in der Breite und 3,5 ^{mm} in der Höhe. Die Abweichungen ihrer Lage von der sagittalen und senkrechten Richtungslinie sind, wie schon früher erwähnt wurde, viel bedeutender als bei *Petromyzon*; sie beträgt in senkrechter Richtung circa 50 ^{0}, in sagittaler circa 25 ^{0}, so dass beide Gehörkapseln nach unten hin unter einem Winkel von ca. 100 ^{0}, nach hinten hin unter einem von ca. 50 ^{0} convergiren An der medianen Seite zeigt die Knorpelsubstanz der Kapsel eine einzige, grosse, ovale Oeffnung (Fig. 18), welche aber durch die sehr derbe, feste *dura mater* verschlossen wird, und in dieser Membran findet man, wenn es gelingt sie unzerstückelt heraus zu präpariren, drei kleine Löcher, die für den Durchtritt der Gefässe und Nerven des Gehörorgans dienen (Fig. 18). Wenig entsprechend der äusseren Form der Knorpelkapsel ist die innere Form derselben. Statt einer einfachen concaven Wandung finden wir hier ungefähr von der Mitte der äusseren Wand ausgehend (Fig. 18) eine Knorpelleiste frei durch das Innere der Kapselhöhlung bis hinüber zum oberen knorpligen Theil der medianen Wand hindurchziehen. Auch sonst zeigt die Innenwand der Kapsel noch einige Unebenheiten. So zieht sich von der Basis der erwähnten Leiste bis zur äusseren, oberen Knorpelwand hinauf noch eine ziemlich breite, scharf markirte Knorpelbrücke (Fig. 18) und an der vorderen unteren, und hinteren unteren Wand bemerkt man dann wieder je eine tiefe Aushöhlung, auf deren Ursachen

wir bald zu sprechen kommen werden. Wir erhalten so eine innere Kapselhöhlung ungefähr von der Form eines Ringes, dessen oberer, äusserer Bogen aber die Stärke der inneren, unteren Bogenhälfte bei weitem nicht erreicht. Ein sehr genaues Bild von der inneren Form der Kapsel erhalten wir durch das häutige Gehörorgan selber; dasselbe ist nämlich der Knorpelwand überall ganz genau angepasst und nur durch eine feine, schleierartige Membran von ihr getrennt. Diese Membran, entsprechend der faserigen Hülle der *Petromyzonten* und des grössten Theils der übrigen Vertebraten hüllt das ganze Gehörorgan ein, haftet ihm jedoch nur an solchen Stellen, wo Nerven an die eigentliche Wandung desselben herantreten, fest an, sonst lässt sie sich meist mit ziemlicher Leichtigkeit von derselben abpräpariren. Ihr Gefüge besteht aus sehr feinen Bindegewebsfasern, auf denen dann ein äusserst reichlich verästeltes Gefässnetz ruht.

Nach Entfernung dieser Membran sehen wir die äussere Form des Gehörorgans völlig klar vor uns, eine Form, die allerdings wegen ihrer vollständigen Neuheit geeignet ist, einiges Befremden zu erregen. Sie wurde früher bis auf Ibsen als ein einfach zirkelförmiges, häutiges Rohr beschrieben (s. oben die Litteraturangabe), erst Ibsen entdeckte daran zwei Ampullen.

Um bei seiner Eintheilungsweise stehen zu bleiben, wollen auch wir vier Abschnitte des Gehörringes annehmen, und zwar: einen oberen, äusseren Halbring, die zwei Ampullen und einen unteren, inneren Halbring. Der obere, äussere Halbring, von Ibsen als *ductus semicirc. ext.* bezeichnet, ist ein überall gleichförmiger Canal, dessen Weite nur zuletzt an den beiden Enden, wo sich die Ampullen an ihn anschliessen, etwas zunimmt; freilich ist er um ein weniges abgeflacht, so dass alle seine Querschnitte eine etwas ovale Form haben. An ihn schliessen sich, wie gesagt, nach unten hin die Ampullen an. Dieselben bilden unbedeutende, symmetrische Erweiterungen des häutigen Rohrs, die indessen nicht in der ganzen Circumferenz desselben gleich stark ausgebildet sind. An der medianen Wand des Ringes sind sie fast gar nicht markirt, deutlich erheben sie sich nur an der äusseren. Dort steigen sie von der grossen Peripherie des Ringes her allmählig hügelartig an, um in schräger Richtung über die Ringfläche hinwegziehend an der kleinen Peripherie ihre höchste Höhe zu erreichen und noch etwas über dieselbe hinaus zu ragen; dann fallen sie wieder in das Niveau der übrigen Wandung zurück, ohne jedoch wieder einen allmähligen Uebergang zu gewinnen, sondern unter einer scharf markirten, bogenförmigen Grenzlinie (Fig. 17). Die gegenseitige Convergenz beider Ampullen ist ungefähr nach der Mitte des oberen Bogens gerichtet. Durchscheinend durch die Wandung bemerkt man dann an

den Ampullen noch je einen verdickten Streifen, der sich ringförmig um die ganze Circumferenz derselben herumzieht (Fig. 16 u. 17); wir werden in diesen Streifen später die *cristae acust.* wiederfinden. Nach unten hin gehen beide Ampullen ohne scharfe Grenze in den von Ibsen sogenannten *saccus lapilli cylindraceus* über, der die untere, innere Hälfte des Gehörringes ausmacht. Derselbe ist zwar überall etwas weiter als der obere Bogen, weicht aber sonst in der Form nicht von ihm ab; an seiner unteren Wand zeigt er in seiner ganzen Länge, von der einen Ampulle bis zur anderen, einen ziemlich breiten, verdickten Streifen (Fig. 17), auf den wir später noch zurückkommen werden. In der Mitte seiner oberen, inneren Wand findet man constant eine kleine conische Hervorragung, die mit einem kleinen Röhrchen endet (Fig. 16), über dessen weiteren Verlauf ich lange im Unklaren war. Schliesslich wurde mir denn bei einer genaueren Präparation der Nervenäste Aufschluss gegeben. Man findet nämlich bei sorgsamer Isolirung der Gehörnervenäste in der Schädelhöhle ein kleines birnförmiges Bläschen (Fig. 36) zwischen denselben liegen, das an einem ziemlich langen Stiele haftend mit einem Nervenaste zugleich durch die *dura mater* in die Gehörkapsel hineintritt. Das Ende dieses Stieles mündete dann trichterförmig erweitert an der oben erwähnten Stelle in den Gehörring ein (Fig. 22, 20 u. 16). Kurz vor dem Durchtritt durch die *dura mater* theilt sich der Ausführungsgang des Bläschens in zwei Aeste, von denen der zweite sich jedoch stets meiner weiteren Beobachtung entzog, weil er sich trotz aller Sorgfalt immer nur als kurzes, wie mir schien, abgerissenes Ende (Fig. 36) darstellen liess. Ein deutliches Lumen war indess auch an ihm erkenntlich. Weitere Oeffnungen oder Ausführungsgänge habe ich an dem Bläschen niemals entdecken können.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Nervenvertheilung an die einzelnen Theile des Gehörringes. Der *acusticus* tritt, wie mir scheint, stets mit drei grösseren Aesten durch die abschliessende Membran hindurch in die Gehörkapsel ein (Fig. 18), und zwar so, dass der eine vordere Ast unmittelbar zwischen dem vorderen Knorpelrande und der Membran sich hindurchzwängt, ein unterer in der senkrechten Mittellinie der Membran, aber mehr dem unteren Knorpelrande zu, der dritte aber nach hinten in der Nähe des oberen Knorpelrandes hindurchtritt (Fig. 18). Der vordere Ast erhält vom *n. facialis*, der unmittelbar vor der Gehörkapsel aus der Schädelhöhle austritt, einige feine Fasern, die schon J. Müller als *nerv. acust. access.* bezeichnet hat. Auf das Gehörorgan vertheilen sich diese Aeste so, dass der vordere die vordere Ampulle und den entsprechenden Theil des *saccus lap. cylindr.* versorgt, so zwar, dass er einen einzigen stärkeren Zweig abgiebt, der

von der grossen Peripherie aus quer über die mediane Wandung derselben hinzieht; die anderen Zweige, circa fünf an der Zahl, treten an das vordere Ende des *saccus lapilli* und verbreiten sich an dessen grosser Peripherie (Fig. 16). Der mittlere, untere Ast tritt gerade an die Mittellinie des *saccus lapilli* heran und versorgt nach der unteren, äusseren Seite herumgreifend mit zwei Zweigen den mittleren Theil desselben (Fig. 16). Der hintere, obere Ast ist für die hintere Ampulle und den hinteren Theil des *saccus lapilli* bestimmt, erstere versorgt er mit einem kleinen Aste, der sich schon an der medianen Fläche der Ampulle auflöst; seine übrigen Zweige aber umfassen alle die mediane Fläche des Gehörringes, um sich an die grosse Peripherie zu begeben und sich dort erst einzusenken (Fig. 16).

Ueber die innere Form des Gehörringes haben wir, da sich nirgends eigene Falten und Vorsprünge vorfinden, die nicht auf der Aussenfläche entsprechend markirt wären, weiter nichts zu erwähnen, als dass sie überall genau der äusseren Form entspricht, und können wir deshalb gleich zur Betrachtung der mikroskopischen Zusammensetzung der Wandung und der epithelialen Auskleidung übergehen. Die Wandung des Gehörorgans besteht aus einer sehr zarten, homogenen, elastischen Membran, ganz ähnlich derjenigen, die wir bei *Petromyzon* gefunden haben. Sie zeigt bemerkenswerthe Verdickungen nur dort, wo ihr Nervenepithel aufsitzt, indess verliert sie dabei ihre homogene Structur nicht, obwohl ihr hier die Faserhülle oft so fest anhaftet, dass man verleitet werden könnte, sie als äusserste Schicht der eigentlichen Wandung zu betrachten (*cf.* Fig. 35).

Von verschiedenen Epithelformen haben wir zu betrachten: Pflasterepithel, Cylinderepithel und Nervenepithel. Pflasterepithel finden wir überall im oberen, äusseren Bogen, dann in den Ampullen ausser auf den *cristae acust.*, im *saccus lapilli* an der kleinen Peripherie und im Bläschen, das in denselben einmündet. Dasselbe besteht aus schönen, grossen, polygonalen oder länglich gestreckten Zellen (Fig. 37 u. 38) mit stets deutlich ausprägtem, grossen Kern. Das Cylinderepithel ist nur vertreten im *saccus lapilli* an den Seiten der *macula acustica*, wo es indess auch kaum die Höhe von 0,018 ^{mm} erreicht, um an den zur kleinen Peripherie aufsteigenden Wänden in ein kubisches Epithel überzugehen. Das uns am meisten interessirende Nervenepithel finden wir in den Ampullen auf der *crista* und im *saccus lapilli* auf der *macula acustica.* Da wir bis jetzt dieser Nervenleisten nur als durchschimmender, verdickter Streifen Erwähnung gethan haben, so wird es an der Zeit sein, über ihre genauere Form und ihren Verlauf hier etwas einzuschalten. Die *cristae acust.* ziehen als 0,10 — 0,15 ^{mm} breite, nur wenig in den Binnenraum des Gehörringes hereinragende Streifen

rings um die Wandung der betreffenden Ampullen, so zwar, dass sie in ihrem Verlaufe genau die Peripherie eines durch die Ampullen gelegten grössten Kreises inne halten. Von der Fläche gesehen bieten sie ebenso wie die *cristae acust.* von *Petromyzon* ein marmorirtes Aussehen dar. Die *macula acustica*, welche die ganze Länge des *saccus lapilli* an dessen unterer Wandung von vorn nach hinten durchzieht, zeigt als Ganzes eine genau symmetrische Form. Sie ist in der Mitte, dort, wo der untere, mittlere Nervenast an sie herantritt (Fig. 20), ungefähr 0,5 mm breit, verschmälert sich bald darauf nach beiden Ampullen hin um ein Geringes und erreicht ungefähr 0,1 mm unterhalb der *cristae acust.* mit nochmaliger zungenförmiger Verbreiterung ihr Ende. Eine deutliche Marmorirung ist auch an ihr zu erkennen (Fig. 19, 20 u. 21).

Sowohl auf der *macula*, als auf den *cristae acust.* findet man Bruchstücke von plattenartigen Otolithen (Fig. 39), ähnlich denen, wie wir sie im *utriculus* von *Petromyzon* (Fig. 15) getroffen haben. Sie bestehen aus Kügelchen von verschiedener Grösse, die durch Kittsubstanz mit einander verbunden sind, indess scheint diese Verbindung nicht sehr fest zu sein, denn man trifft überall auch isolirte, wie es scheint losgelöste, kleine Kügelchen an, die Ibsen als *Otoconien* bezeichnet. Die Zellelemente der Nervenleiste sind dieselben wie bei *Petromyzon*, nämlich Zahnzellen und Stäbchenzellen; auch ihre Anordnung zeigt keine Abweichung von der oben beschriebenen (Fig. 35). Nur die Zahnzellen, circa 0,035 mm hoch, erleiden eine kleine Abänderung von der oben beschriebenen Form dadurch, dass sie ihren langgestreckten, spindelförmigen Kern nicht alle im Grunde tragen, sondern auch in der Mitte ihrer Höhe, so dass sie dadurch öfters das Aussehen von Fadenzellen erhalten. Die härchentragenden Stäbchenzellen, circa 0,015 mm lang, zeigen auch hier ganz die oben beschriebene Form.

Ueber den weiteren, unwesentlichen Inhalt des Gehörringes wäre kurz zu bemerken, dass derselbe aus einem flockigen, wenig faserigen Gerinnsel ohne morphologische Elemente besteht.

Fragen wir jetzt, in wie fern denn das Gehörorgan der *Myxine* mit dem höherer Thiere überhaupt Aehnlichkeiten zeigt, und sehen wir zu, wie wir seine einzelnen Theile zu deuten haben.

Ibsen bezeichnet die obere, äussere Ringhälfte, also denjenigen Bogen, der beide Ampullen nach oben verbindet, als *ductus semicirc. ext.*; da uns seine Schriften fehlen und wir deshalb seine Ansichten nur aus den Tafelerklärungen entnehmen können, so bleibt es zweifelhaft, ob er hiermit einen wirklichen Bogengang oder nur einen bogenähnlichen Canal bezeichnen will. Denselben als einen Bogengang an-

zusehen, dürfte wohl deshalb seine Schwierigkeiten haben, weil wir dann diesem einen Bogengang zwei Ampullen zuschreiben müssten, was doch ein naturwissenschaftliches Novum wäre; ebenso zweifelhaft dürfte es aber sein, wenn wir in demselben zwei unter einem Winkel von 180° in der Mitte zusammenstossende Bogengänge anerkennen wollen. Wir hätten auf diesem Wege wohl eine Erklärung für die beiden Ampullen, kommen aber dann wieder mit der Thatsache ins Gedränge, dass wir dann die beiden Bogengänge wohl zusammen, allein nicht in einen als *vestibulum* zu deutenden Theil münden finden, und dass wir annehmen müssen, was ebenfalls gegenüber dem Verhalten der übrigen Wirbelthiere paradox, dass die Strömung der Endolymphe in den beiden Gängen in entgegengesetzter Richtung geht. Bei den Hindernissen, die beiden Annahmen entgegenstehen, und bei dem anatomischen Befunde, dass sich in der betreffenden Bogenhälfte auch keine Andeutung einer *raphe*, die wir doch bei Bogengängen aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen constant finden müssen, und die wir auch bei *Petromyzon* gefunden haben, constatiren lässt, scheint es mir am richtigsten, wenn wir in diesem Falle überhaupt auf die Annahme eines Bogenganges verzichten und den *ductus semicirc. ext.* viel eher als den oberen Theil eines ringförmigen *vestibulum* auffassen. Zwar würde dann dieses *vestibulum* äusserst weit verschieden sein von dem oben beschriebenen, mit Flimmerepithel ausgekleideten *vestibulum* von *Petromyzon*, dafür aber wieder mit den Pflasterepithel tragenden *vestibulis* aller höheren Thiere ganz in Einklang stehen, so dass wir als Ausnahme von der Regel, dass ein *vestibulum* stets Pflasterepithel trägt, nur das Geschlecht der *Petromyzonten* hinzustellen hätten.

Dass die Erweiterungen, in denen die *cristae acust.* liegen, als wirkliche Ampullen aufzufassen seien, darüber scheint mir kein Zweifel zu walten, zumal auch entwicklungsgeschichtlich einer Existenz von Ampullen ohne Bogengänge nichts im Wege steht. Zwar haben wir hier eine *crista acust.* von Ringform, indess kann uns die Form wohl nicht irrig machen, um so weniger, da wir ja hier bei *Myxine* annehmen müssen, dass die Ampullen sich nicht wie bei den übrigen Wirbelthieren von dem ringförmigen Gehörbläschen oder dem Vorhof abgeschnürt und ein besonderes Dach gebildet haben. Die Ampullen der *Myxine* sind eben dem Boden der Ampullen der übrigen Wirbelthiere homolog zu erachten, in dessen ganzer Ausdehnung sich ja die Gehörleiste findet.

Wofür haben wir jetzt die untere Hälfte des Gehörringes zu betrachten?

Bei Vergleichung ihrer *macula acust.* mit der von *Petromyzon*, glaube ich, werden wir auf den richtigsten Weg geführt, wenn wir

den *saccus lapilli cylindr.* IBSEN's als die Summe von *utriculus, sacculus* und Schnecke zusammenfassen. Wir hatten bei *Petromyzon* eine *macula acustica*, deren Form uns hier gleichgiltig ist, in der wir mehr oder minder ausgeprägte Differenzirungen sahen, die sich auch in der Wand des Gehörbläschens ausprägte, und die wir aus bestimmten Gründen als *sacculus* und Schnecke bezeichneten; wir sahen dort alle absolut nothwendigen Bedingungen für diese Theile, konnten uns aber nicht verhehlen, dass die innere Vollständigkeit derselben nur durch eine sehr embryonale Aussenform repräsentirt war. Gehen wir jetzt einen kleinen Schritt weiter. Bei der *Myxine* ist uns dieselbe langgestreckte Form der *macula acust.* gegeben, aber in der Wandung noch keine Spur der Differenzirung eines *sacculus* etc.

Wir können also vermöge der Aehnlichkeit beider *maculae* dreist sagen, dass uns auch im unteren Theile des *vestibulum* der *Myxine* die nothwendigen Erfordernisse eines *sacculus* und einer Schnecke gegeben sind, dass wir sie nur nicht in der äusseren Form des Gehörorgans ausgeprägt finden; hiermit wären wir dann allerdings zur Anerkennung einer primitiven Bläschenform des Gehörorgans von *Myxine* gekommen.

Wir hätten noch die Bedeutung des birnförmigen Bläschens zu erwägen, das in den *utriculus* hineinmündet; es fragt sich, ob wir dasselbe als modificirten *aquaeductus vestib.* oder *cochleae*, oder ob wir es als ein neues, selbständiges Organ aufzufassen haben, das für die Function des Gehörorgans nur von secundärer Wichtigkeit ist. Zwar kann ich mich zu der ersteren Annahme wegen der eigenthümlichen, überall bis auf den einen Ausführungsgang geschlossenen Form des Bläschens und hauptsächlich wegen des zweigetheilten Ausführungsganges schwer entschliessen, indess wozu könnte es dienen, wenn wir es für ein selbständiges Organ halten wollten? Dient es als Regulator der endolymphatischen Spannung und vermittelt der zweite Ast des Ausführungsganges, dessen Ende allerdings noch nicht gefunden ist, vielleicht speciell die Schallwellen von aussen her, oder hat er noch einen anderen Werth, ich wage darüber keine bestimmten Vermuthungen auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Gehörorgane von *Petromyzon fluv. in situ.* 6 Mal vergrössert.

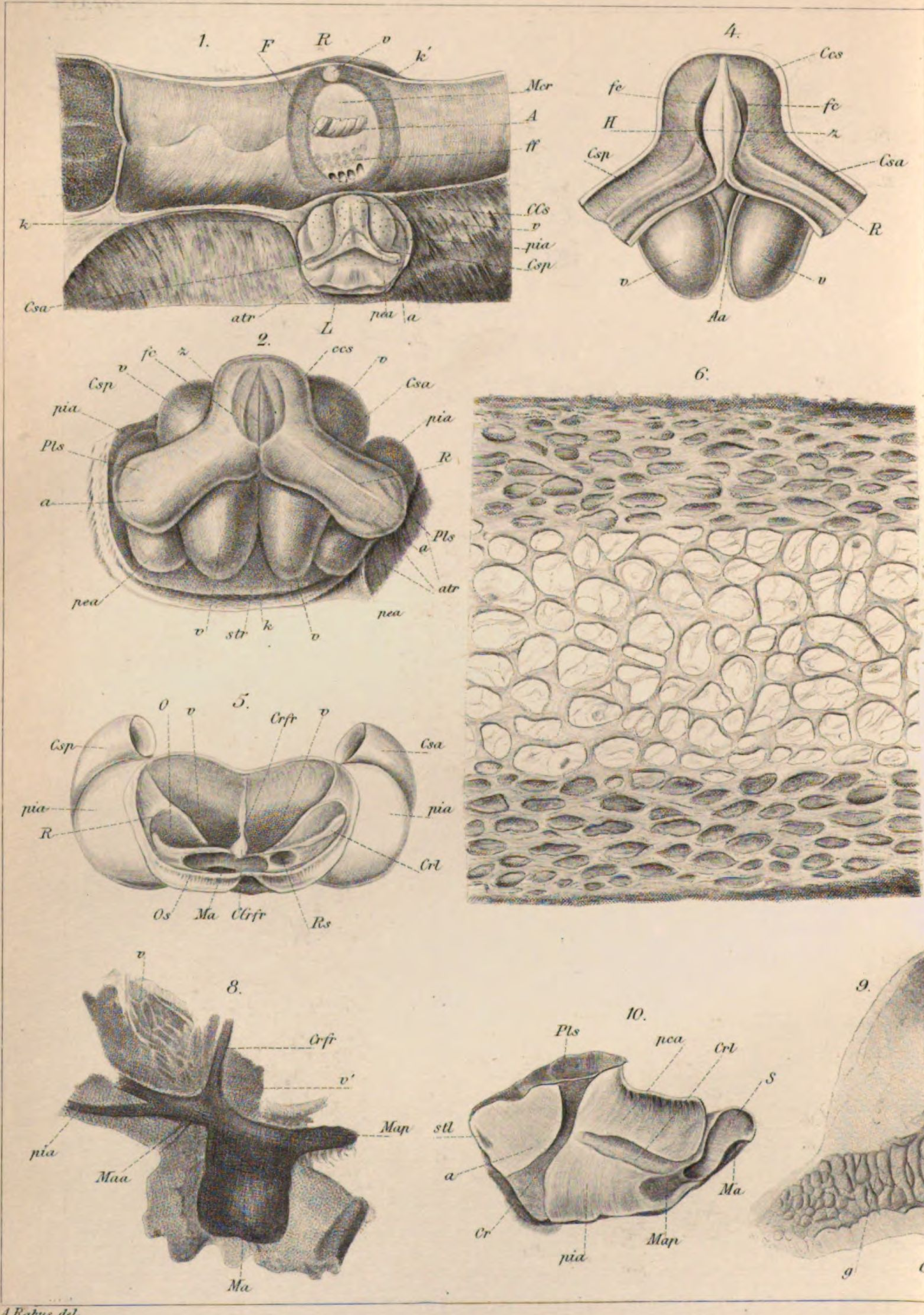
L. linkes Gehörorgan (von oben aussen gesehen) mit stark pigmentirter, häutig-faseriger Hülle.
R. rechtes Gehörorgan (von oben innen gesehen).
k. querdurchschnittene Knorpelkapsel.
c. s. a. canalis semicirc. ant.
c. s. p. ,, ,, *post.*
c. c. s. commissura canal. semicirc.
v. v. v. p. Wand des *vestibulum* (durchscheinend).
a. a. Ampulle der Bogengänge.
p. i. a. pars intern. ampull. trifidae (nach Müller u. Ibsen).
p. e. a. ,, *extern.* ,, ,,
F. nervus facialis.
A. nervus acusticus.
k' Innenwand der knorpligen Gehörkapsel.
M. cr. membrana cribrosa.
f. f. foramina in derselben zum Durchtritt für kleinere Fädchen des *n. acusticus.*
V. foramen pro aquaed. vestib.

Fig. 2. Rechtes Gehörorgan, ganz frei präparirt (von oben gesehen), 10 Mal vergrössert.

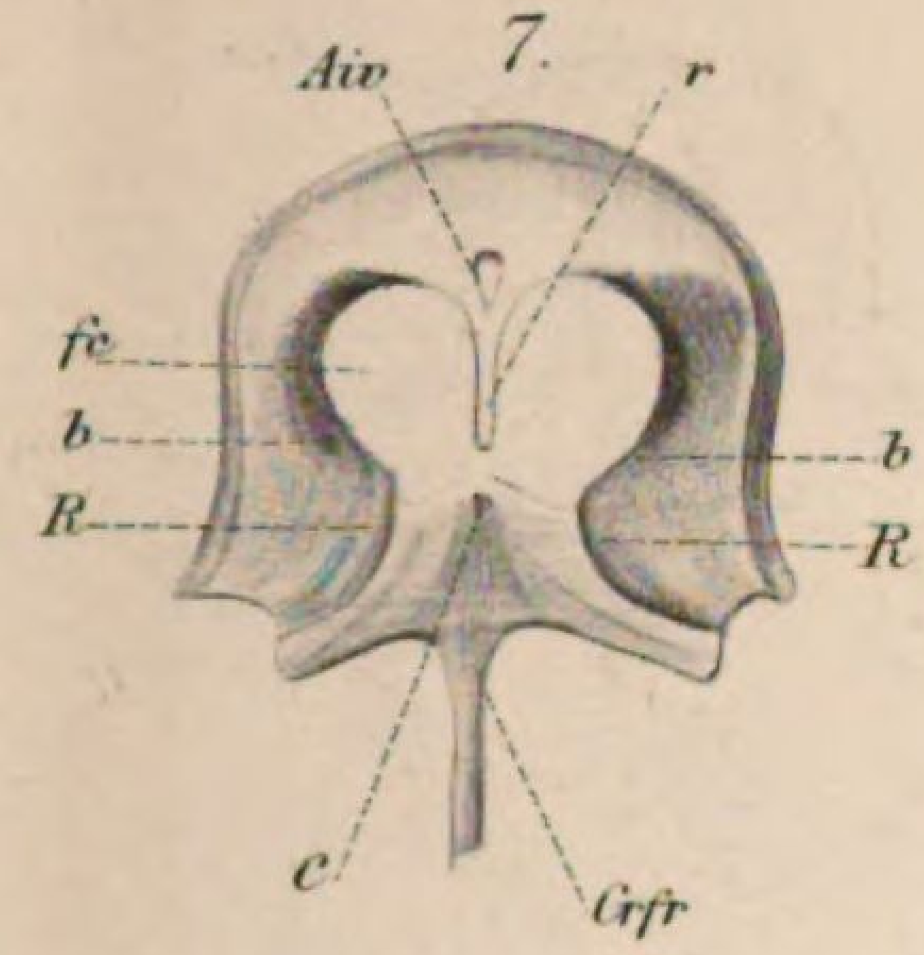
k., *c. s. a.*, *c. s. p.*, *c. c. s.*, *a. a.*, *p. i. a.*, *p. e. a.* } wie in Fig. 1.
atr. ampulla trifida.
v. v. v. v. Wandung des *vestibulum.*
f. c. Durchscheinende Einmündung der Bogengänge in das *vestib.*
Z. Zapfen, die Einmündung der Bogengänge in das *vestib.* fast verlegend.
R. Durchscheinende *raphe* der Bogengänge.
Pl. s. Durchscheinendes *planum semilun.*
s. fr. sulcus frontalis.

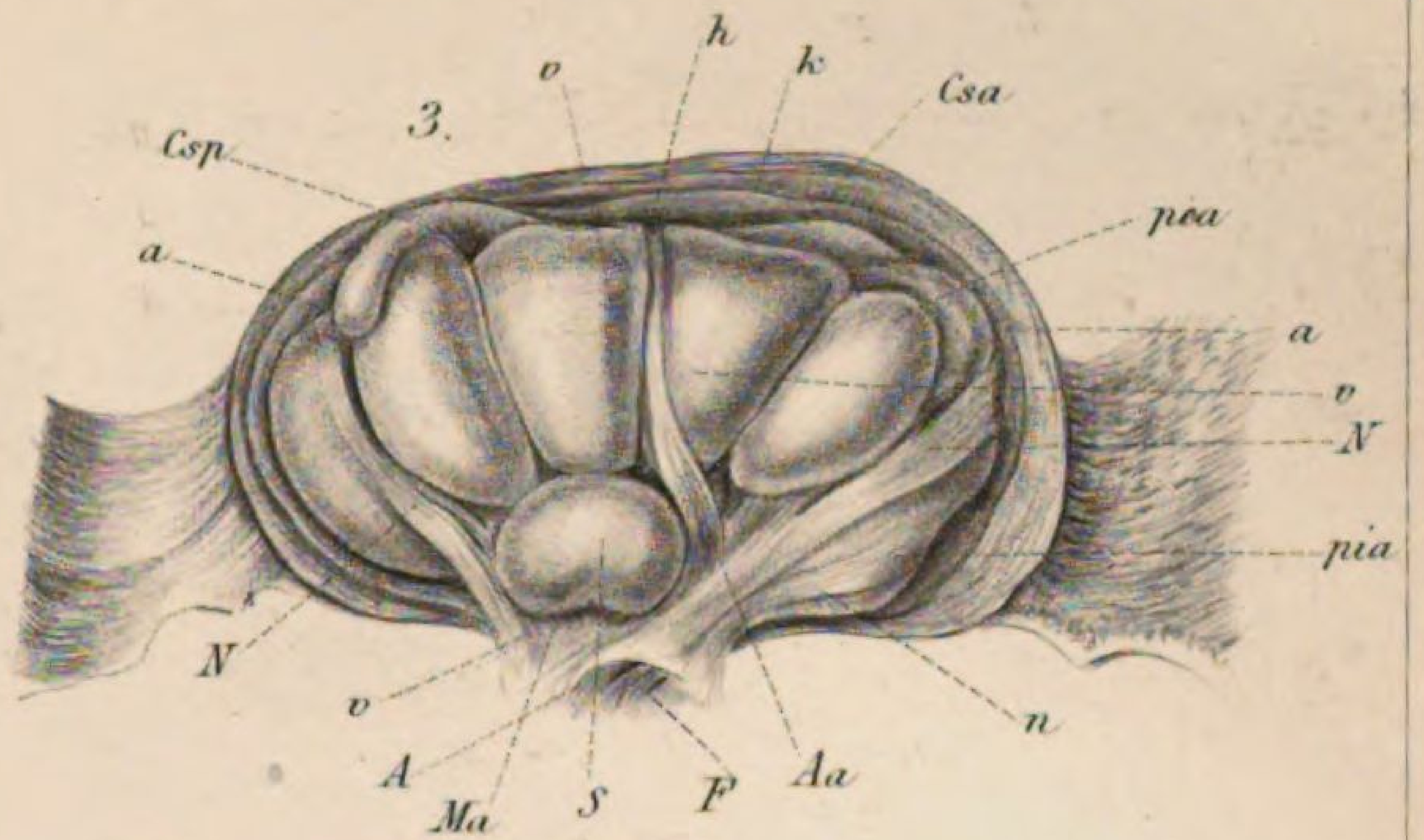
Fig. 3. Rechtes Gehörorgan von unten gesehen. 9 Mal vergrössert.

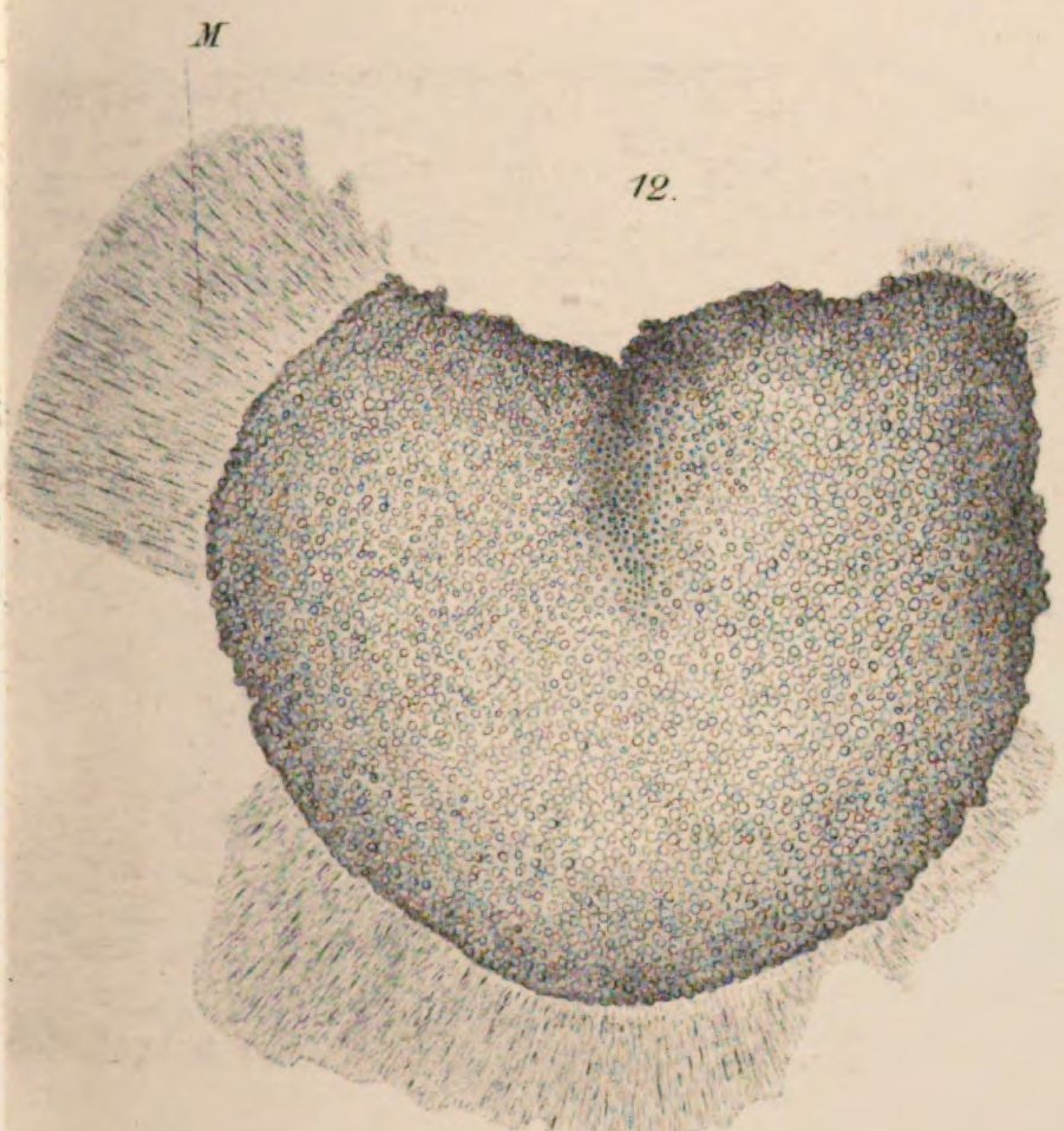
k., *c. s. a.*, *c. s. p.*, *a. a.*, *p. i. a.*, *p. e. a.*, *v. v.* } wie in Fig. 1. u. 2.

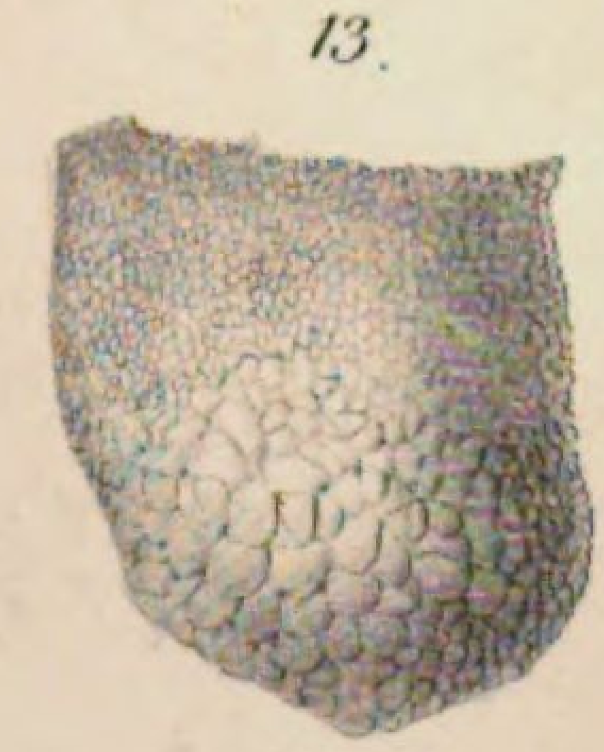

1.
F R v k'
Mcr
A
ff
CCs
v
pia
Csp
k
Csa
atr L pea a
4.
Ccs
fc
fc
H
z
Csp
Csa
R
v
v
Aa
2.
fc z ccs v
v
Csp
Csa
pia
pia
Pls
R
a
Pls
a
atr
pea
pea
v str k v
6.
5.
O v Crfr v
Csp
Csa
pia
pia
R
Crl
Os Ma CGrfr Rs
8.
v
Crfr
v'
Map
pia
Maa
Ma
10.
Pls pca Crl
S
stl
a
Ma
Cr
Map
pia
9.
g

A. Rabus del.

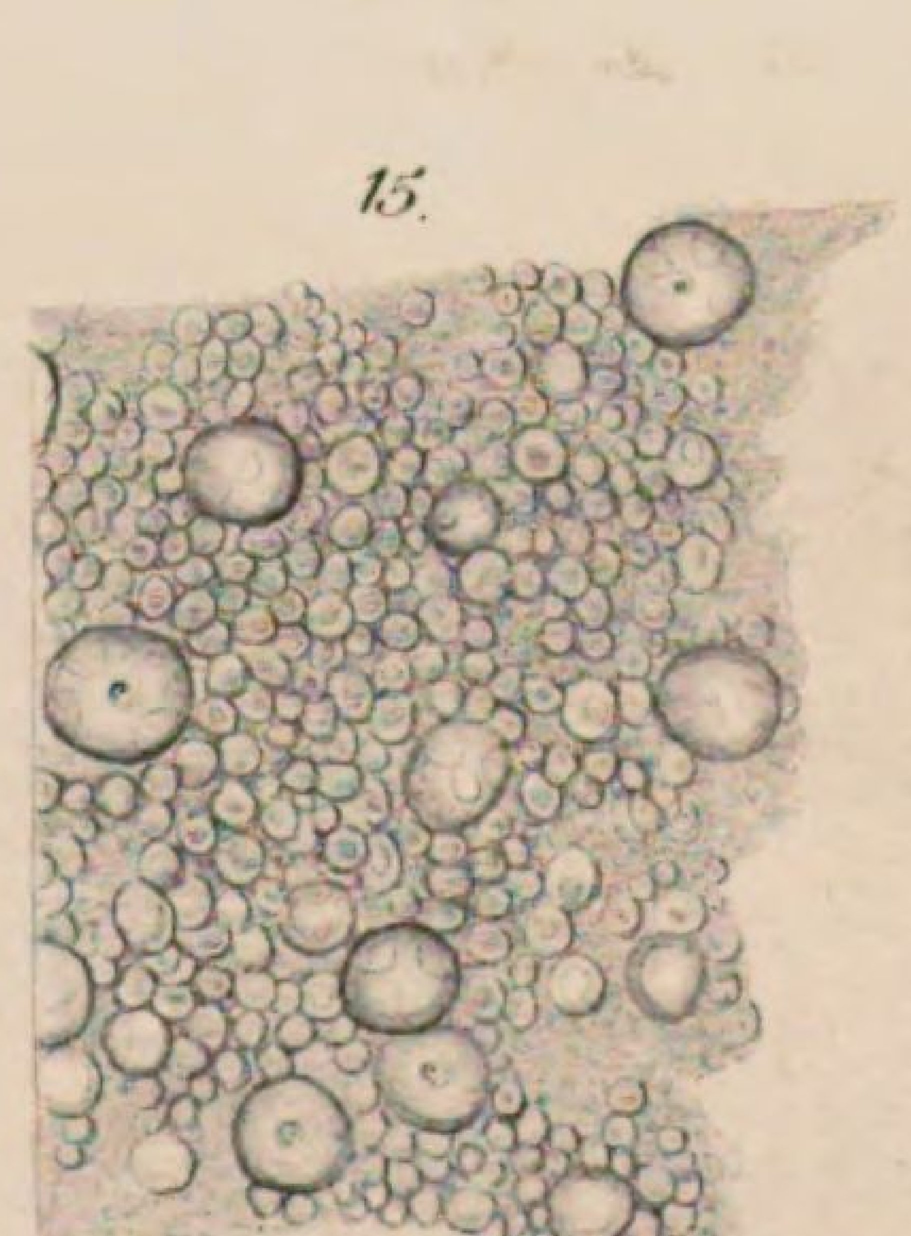




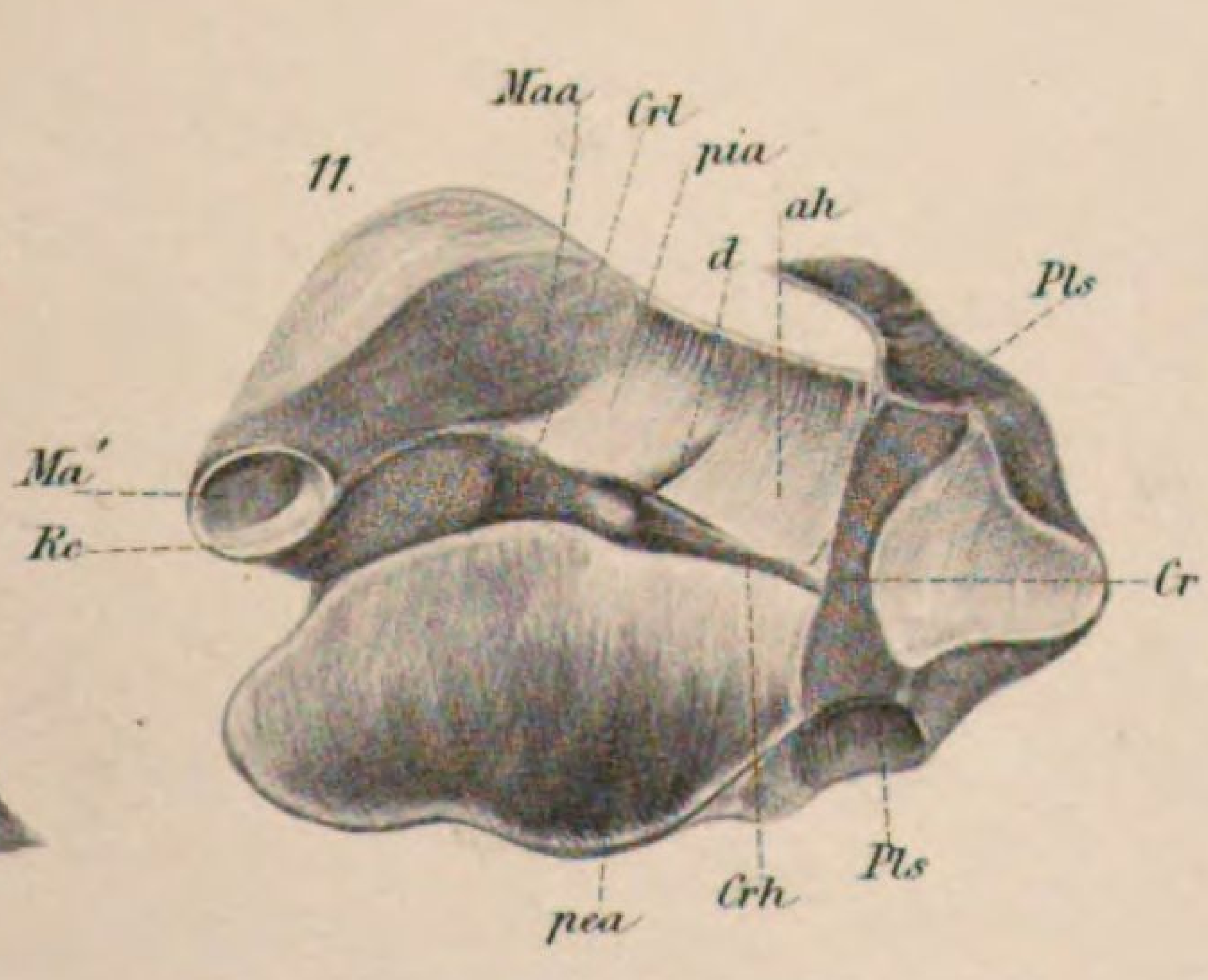












W. Grohmann sc.

h. h. h. Durchschnittene, häutig-faserige Hülle.
S. Sackartiger Anhang.
Ma. Durchscheinende *macula acustica* derselben.
F. nervus facialis.
A. Aeste des *n. acusticus.*
Aa. nervus acusticus accessorius.
n. Nervenfäden zur inneren Abtheilung der vorderen *amp. trifid.* verlaufend.
N. N. Nervenäste zur *crista acust.* hinaufziehend.
o. Nervenfäden zur *macula acust.* des sackartigen Anhangs verlaufend.

Fig. 4. Ein Stück des rechten Gehörorgans von oben gesehen. 12 Mal vergrössert. Das Dach der Commissur der Bogengänge ist abgetragen, die Mündung derselben in das *vestibulum*, der Zapfen und ein Theil der *raphe* der Bogengänge liegen frei vor.
c. s. a., *c. s. p.*, *c. c s.*, *v. v.* } wie in Fig. 1.
fc. foramen commissurae.
Z. Zapfen.
Aa. nerv. acust. accessorius.
R. raphe der Bogengänge, die am Rande des *foramen commissurae* in 2 Schenkel ausläuft, die das *foramen* umsäumen.
H. Hilus des Zapfens, in den sich die an einander liegenden Wände des vorderen und hinteren Bogengangs, eine Duplicatur bildend, hineinsenken.

Fig. 5. Der Boden des linken Gehörbläschens, von oben innen gesehen. (Durch Abtragen eines Theils der Bogengänge, deren Commissur und der oberen Wand des *vestibulum* sichtbar gemacht.) 12 Mal vergrössert.
c. s. a., *c. s. p.*, *p. i. a.*, *v. v. v. v.* } wie in Fig. 1.
O. ostium vestibulare der *ampullae trifid.*
Crl. crista longitud., die *pars ext.* u. *pars int.* trennend, und auf ihrer Höhe mehrere Höcker zeigend.
Rs. recessus sacculi.
Cr. fr. crista frontalis, die vordere und hintere Vestibularzelle trennend.
Os. ostium des sackartigen Anhangs.
Ma. macula acustica desselben.
C. Cr. fr. capitulum cristae frontal. von aussen in das *ostium* des sackartigen Anhangs hineinragend.
R. letztes Ende der *raphe* des Bogengangs.

Fig. 6. Querschnitt durch die Knorpelkapsel. 320 Mal vergrössert.

Fig. 7. Die Basis der Commissur der Bogengänge, von unten innen gesehen. 12 Mal vergrössert.
fc. Hufeisenförmiges Loch in der Commissur der Bogengänge.
b. b. Die dem *vestibulum* aufliegende, nach innen umgeschlagene Wand der Commissur.
R. Durchscheinende *raphe* des Bogengangs.

r. Schnabel der Commissur.
A. i. v. apertura interna aquaed. vestib.
c. Abgeschnittene Basis des Zapfens.
Cr. fr. Ein Stück der *crista frontalis*.

Fig. 8. *Macula acustica* an der Innenwand des sackartigen Anhangs. 90 Mal vergrössert.
Ma. macula acustica.
p. i. a Ein Stück der inneren Abtheilung der *ampulla trifida* des vord. Bogengangs.
v. innere Wand der vorderen } Vestibularzelle.
v'. „ „ „ hinteren } Vestibularzelle.
Cr. fr. crista frontalis der inneren Wand des *vestibulum*.
M. a. p. Hinterer Schenkel der *macula acustica* im weiteren Verlaufe in die innere Abtheilung der hinteren *ampulla trifida* hineinziehend (s. Fig. 10).
Ma. a. Vorderer Schenkel der *macula acustica* im weiteren Verlaufe durch den Boden des *recessus sacculi* hindurch in die innere Abtheilung der vorderen *ampulla trifida* hineinziehend (s. Fig. 11).

Fig. 9. Peripheres Ende der *raphe* der Bogengänge ohne Epithel. 90 Mal vergrössert.
g. Höckerige Cuticularsubstanz der *raphe*.
C. C. Schenkel der *raphe* von ihrem knopfförmigen Ende ausgehend und das *ostium vestibulare ampullae trifid*. umsäumend.

Fig. 10. Hintere *ampulla trifida* mit abgetragenem Dach und Seitenwänden. (Vergrösserung: $^{65}/_{1}$.)
Cr. crista acustica.
Pl. s. Durchscheinendes *planum semilunat*.
Cr. l. crista longitudinalis.
p. i. a. pars interna amp. trifidae.
p. e. a. „ *externa* „ „
S. Sackartiger Anhang (durchschnitten).
Ma. macula acustica desselben (ebenfalls durchschnitten).
Ma. p. Fortsetzung derselben in die *pars int. amp. trifid.* des hinteren Bogengangs (s. Fig. 8, *Ma. p.*).
a. Ampulle.
st. l. Ende der *striae laterales* des Bogengangs.

Fig. 11. Vordere *ampulla trifid.* mit abgetragenem Dach und Seitenwänden. 90 Mal vergrössert.
Cr., *Pl. s.*, *Cr. l.*, *p. i. a.*, *p. e. a.* } siehe Fig. 10.
Ma. a. Fortsetzung der *macula acust.* des sackartigen Anhangs in die *pars int.* der *ampulla trifid.* des hinteren Bogengangs.
Rs. recessus sacculi.
Ma'. *macula acustica* desselben.
d. Querleiste in der *pars int. ampull. trifid.*
ah. Innere Abtheilung.
crh. Zungenförmiges Ende der *crista longitudinalis* mit dunklem Cylinder-

epithel, als erste Andeutung einer *crista acustica* der horizontalen Ampulle.

Fig. 12. Otolith des *utriculus* (*pars intern. amp. trifid.*). 320 Mal vergrössert, von der flachen Seite gesehen.
M. Streifenmembran um denselben.

Fig. 13. Otolith der *macula acustica* des sackförmigen Anhangs. Vergr. $^{300}/_1$, von der convexen Seite.

Fig. 14. Otolith des *recessus sacculi*. $^{300}/_1$ vergr., von der convexen Seite gesehen.

Fig. 15. Otolithenmembran aus der *pars int. amp. trifid.* des hinteren Bogengangs. 320 Mal vergr.

Tafel XXIV.

Fig. 16. Linkes Gehörorgan von *Myxine glutinosa*, von innen oben gesehen. 10 Mal vergrössert.
S. saccus lapilli cylindraceus (nach Ibsen).
a. ampulla anterior.
a'. ampulla posterior.
d. ductus semicircular. ext.
A. aquaeductus vestibuli.
N. n. Nervenäste des *acusticus.*
Cr. a. Cra. Durchscheinende *cristae acusticae.*

Fig 17. Linkes Gehörorgan von *Myxine gl.* von aussen unten gesehen. 10 Mal vergrössert.
Ma, macula acustica des *saccus lap. cylindr.*
Cra. Cra. Durchscheinende *cristae acusticae.*
a. ampulla ant.
a'. ,, *post.*

Fig. 18. Knorpelkapsel beider Gehörorgane von *Myxine gl.* von oben gesehen. 6 Mal vergrössert. — Die erste Kapsel ist geöffnet und der Gehörring herausgenommen. Die linke ist intact.
k. Knorpelkapsel quer durchschnitten.
k'. Knorpelzapfen von aussen in die Höhle der Kapsel eindringend.
N. N'. N''. Aeste des *nervus acusticus.*
A. aquaeduct. vestib. mit *N''* zusammen in die Gehörkapsel hineintretend.
M. Membran, welche die knorplige Gehörkapsel vervollständigt.
B. C. basis cranii.

Fig. 19. Vordere Ampulle von *Myxine gl.* an der kleinen Peripherie aufgeschnitten und aus einander geklappt. Vergr. $^{30}/_1$.
Cra. crista acustica.
a. sackartige Erweiterung der Aussenwand der vorderen Ampulle.
Ma. Vorderes Ende der *macula acustica* des *saccus lapilli cylindraceus.*

Fig. 20. *Saccus lapilli cylindraceus*, ebenfalls an der kleinen Peripherie aufgeschnitten und aus einander geklappt. Vergr. $^{30}/_1$.
Ma. Mittlerer Theil der *macula acustica.*
N. Durchscheinender Nervenast.
Aa. apertura aquaeduct. vestib.

Fig. 21. Hintere Ampulle, ebenfalls an der kleinen Peripherie aufgeschnitten. Vergr. $^{30}/_1$.
Cra. crista acustica.
a. sackartige Erweiterung der Aussenwand der hinteren Ampulle.

N. Nervenast.

Ma. Hinteres Ende der *macula acustica* des *sacc. lap. cylindr.*

Fig. 22. Trichterförmige Einmündung des *aquaeductus vestib.* in die obere, innere Wand des *sacc. lap. cylindr.* Vergr. 20.

Fig. 23. Ein Stück aus der Innenwand des *vestib. membranac.* (von *Petromyzon fluv.*) ohne Epithel; vom *cavum vestibulare* aus gesehen. 320 Mal vergrössert.

v. vordere } Vestibularzelle.
v'. hintere }

cr. fr. Stück der *crista frontalis* der Innenwand des Gehörorgans.

B. aquaeductus cochleae.

Ac. Schlitzförmige Oeffnung des *aquaeduct. cochleae* in der Innenwand der vorderen Vestibularzelle.

O'. v'. Innerer Theil des Vestibularloches

E. Abgerissenes, offenes Ende des *aquaeduct. cochleae.*

Fig. 24. Ein Stück Wandung des *vestibulum* mit abgelöstem Flimmerepithel. 320 Mal vergrössert.

F. F. F. Reste von Flimmerepithel, nur angedeutet.

e. e. Ersatzzellen.

g. g. Leicht gefaltete, eigentliche Wand des *vestibulum.*

Fig. 25. Ein Stück des Zapfens, meist mit abgelöstem Epithel. 320 Mal vergr.

C. C. Cylinderepithel.

c. c. c. Cuticularsubstanz, auf der das Epithel sitzt.

Fig. 26. Durchschnitt durch die *macula acustica* des sackartigen Anhangs. 320 Mal vergrössert.

g. g. Verdickte Grundsubstanz, mit senkrecht aufsteigenden Nervenfasern.

C. Cylinderepithel.

d. Zahnzellen.

sk. Stäbchenzellen mit feinen Hörhärchen.

Fig. 27. Ein Theil eines Durchschnitts durch die *crista acustica* des Bogengangs. 320 Mal vergrössert. Der Schnitt ist an der einen Seite etwas gerissen, zeigt aber dadurch die Zellelemente um so deutlicher.

g. g.
d. } wie in Fig. 26.
st.

Fig. 28. Isolirte Stäbchenzellen. Vergr. $^{300}/_{1}$.

Fig. 29. Durchschnitt durch die Wand des *vestibulum.*

g. g. stark gefaltete Grundmembran.

e. e. Ersatzzellen.

F. Flimmerepithel.

Fig. 30. Isolirte Flimmerepithelzellen.

Fig. 31. *Planum semilunat.* 90 Mal vergrössert.

Cra. Ende der *crista acustica.*

Fig. 32. Querschnitt durch die Seitenwand der äusseren Abtheilung der vorderen *ampulla trifida.* 320 Mal vergrössert.

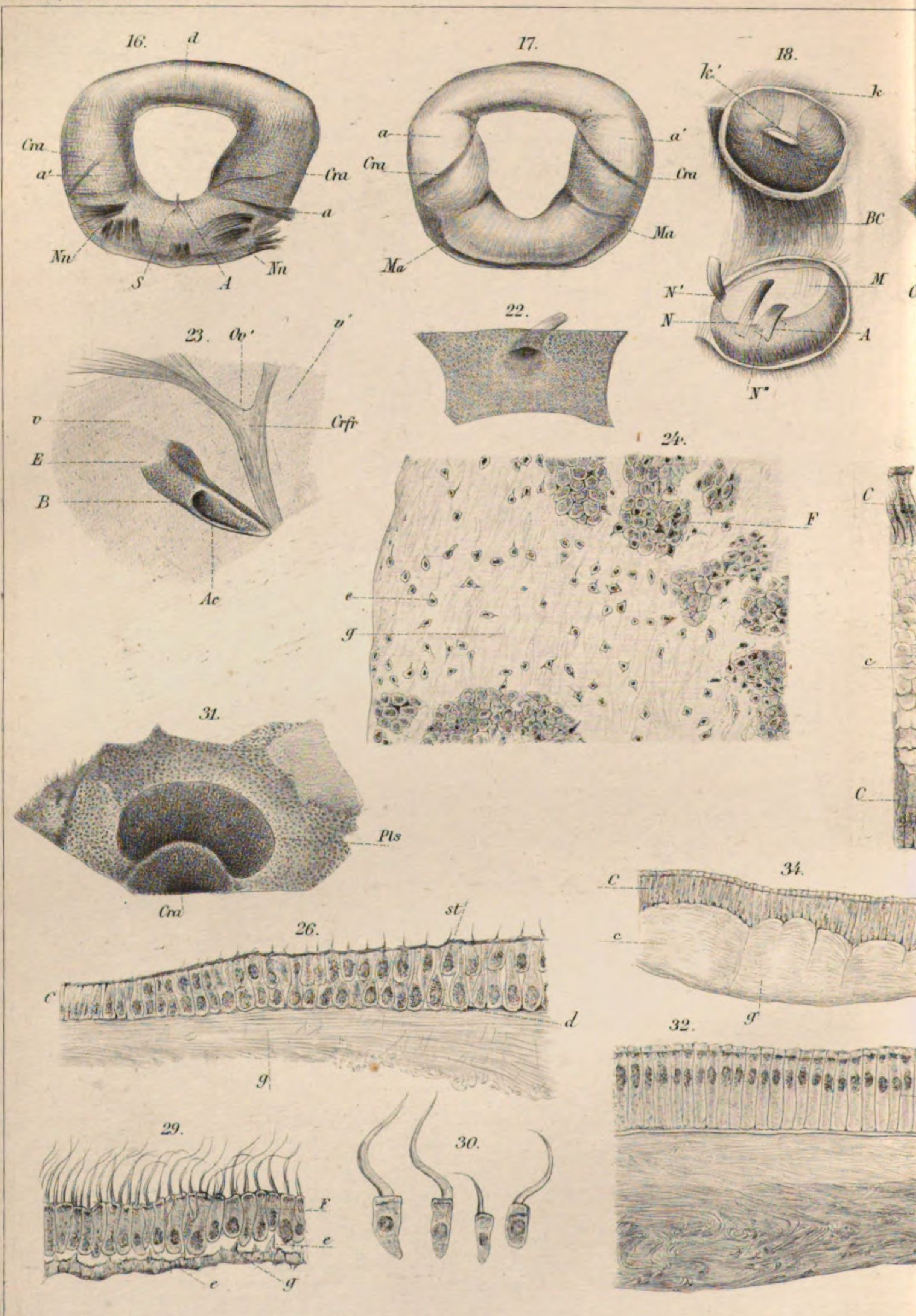
h. f. häutig-faserige Hülle.

g. verdickte, eigentliche Wandung.

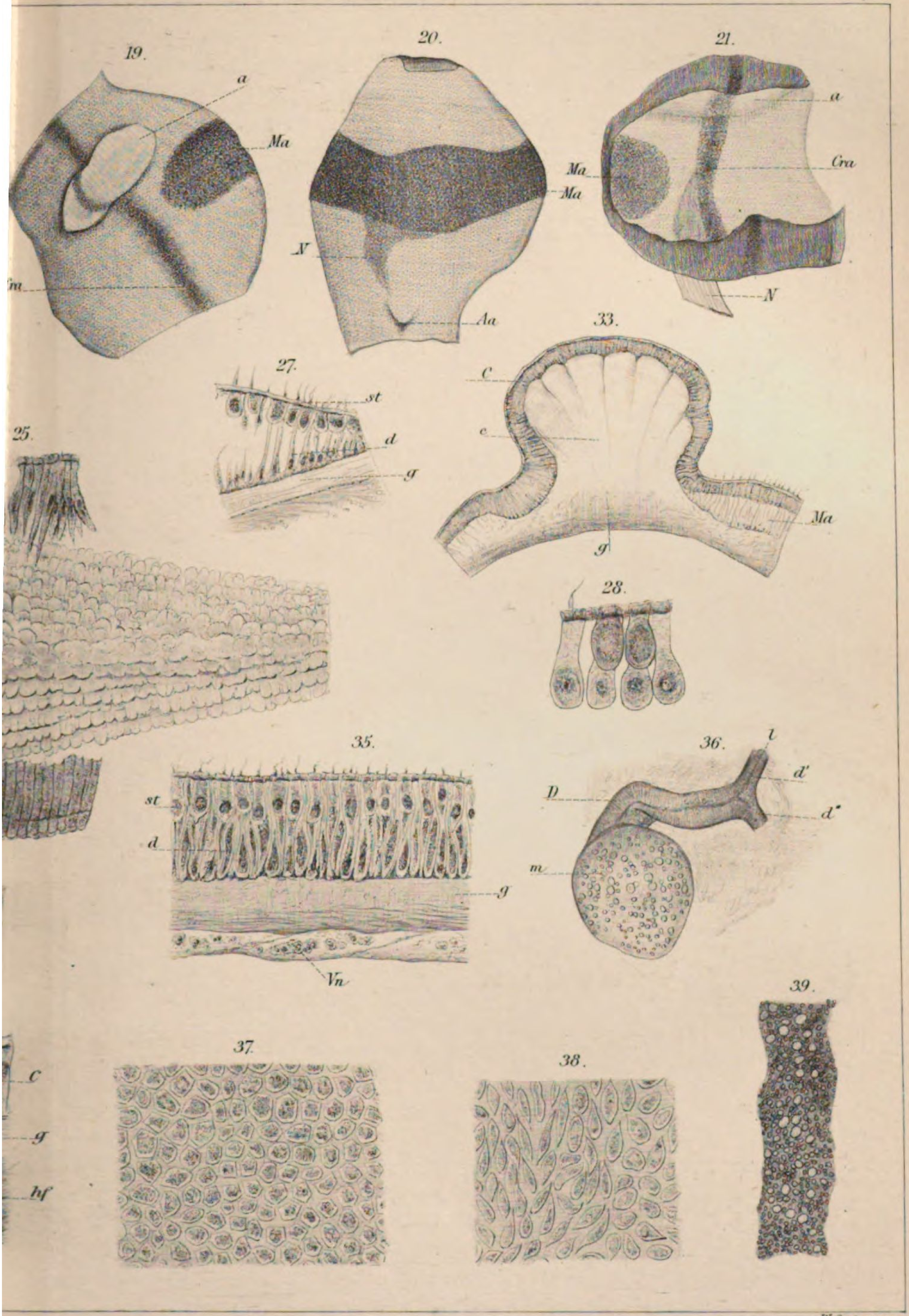
C. Cylinderepithel.

Fig. 33. Querschnitt durch die vordere *crista longitud.* Vergr. $^{220}/_{1}$.

Ma. Stück der *macula acustica* der inneren Abtheilung der *ampulla trifida.*


16.
d
Cra
a'
Cra
a
Nn
S
A
Nn
17.
a
a'
Cra
Cra
Ma
Ma
18.
k'
k
BC
M
N'
N
A
N"
22.
23.
Ov'
v'
v
E
B
Crfr
Ac
24.
F
e
g
C
c
C
31.
Pls
Cra
26.
st
c
d
g
34.
C
c
g
32.
29.
F
e
e
g
30.

A. Rabus del.


19.
a
Ma
m
20.
Ma
N
Aa
21.
a
Ma
Cra
N
33.
C
c
Ma
g
27.
st
d
g
25.
28.
35.
st
d
g
Vn
36.
l
d'
D
d"
m
39.
C
g
hf
37.
38.

g. Eigentliche Grundmembran.
c. c. Cuticularsubstanz.
C. C. Cylinderepithel.

Fig. 34. Querschnitt durch die *raphe* des Bogengangs.
g., *c. c.*, *C. C.* } wie in Fig. 33.

Fig. 35. Querschnitt durch die *macula acustica* des *saccus lapilli cylindraceus* von *Myxine*. 320 Mal vergrössert.
Vn. Querdurchschnittene Nerven und Gefässe.
g. Grundmembran.
d. Zahnzellen.
st. Stäbchenzellen.

Fig. 36. Bläschen des *aquaeduct. vestib.* von *Myxine*. 90 Mal vergrössert.
m. m. Durchscheinende Fetttröpfchen.
D. Ausführungsgang sich in *d'* und *d''* theilend.
l. Lumen des Ausführungsganges.

Fig. 37. Epithel der Wandung dieses Bläschens. 320 Mal vergrössert.

Fig. 38. Epithel aus den *ductus semicirc. ext.* 320 Mal vergrössert.

Fig. 39. *Otoconien*, der *ampulla posterior* entnommen. 320 Mal vergrössert.

XII.

Die Entwicklung des atlas und epistropheus des Menschen und der Säugethiere.

von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXV.

In unserer Arbeit: »Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere der Menschen und Säuger« war einer der von SCHWARCK und mir aufgestellten Hauptsätze der, dass jeder Wirbelkörper auf Grund seiner Entwicklung und seines Verhaltens in der gesammten Wirbelthierreihe in einen eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper und in eine äussere Beleg- oder skeletogene Schicht geschieden werden muss, welche letztere die Fortsätze zur Umschliessung der Organe des animalen und vegetativen Systems ausschickt, während ersterer niemals etwas mit der Bildung derselben zu thun hat. Diese beiden wesentlichen Bestandtheile sind aber nur zu einer frühen Entwicklungsperiode unterscheidbar und selbst dann so innig mit einander verbunden, so allmählig in einander übergehend, dass nur die vergleichend anatomische Betrachtung die Berechtigung dieser Unterscheidung einleuchten lässt, und was den Ossificationsprocess betrifft, so verknöchert nicht jeder Bestandtheil für sich, sondern die Ossification des einen greift auf den anderen über. Allein nicht bloss am Wirbel, auch an den Intervertebralgeweben liess sich eine solche Trennung statuiren, und zwar homologisirten wir den *nucleus pulposus* oder den Intervertebralknorpel mit dem chordalen Wirbelcentrum, den *fibrosus* oder das Intervertebralligament mit der skeletogenen, Fortsätze treibenden Schicht und behaupteten namentlich für die Säuger und den Menschen ein Wachsthum des chordalen Wirbelcentrums im *spatium intervertebrale*, gegenüber dem am eigentlichen Wirbel. Wir gingen dann weiter und deuteten wenigstens an, dass der *atlas* als einziges Beispiel der voll-

kommenen Trennung der beiden Wirbelbestandtheile dastehe, dass freilich jeder Wirbel ursprünglich wie ein *atlas* gebaut, allein, dass bei diesem der Entwicklungsgang ein anderer. Während die Trennung bei demselben sich immer stärker im Laufe der Entwicklung ausprägt, bis sie vollständig ist, so wird dagegen bei den anderen Wirbeln die Verbindung zwischen dem eigentlichen Wirbelcentrum und der skeletogenen Schicht immer inniger. Genug, es wurde durch unsere Untersuchungen der innige Zusammenhang des Baues des *atlas* mit dem der übrigen Wirbel schärfer als bisher hervorgehoben, allein der strikte Beweis, dass zu einer frühen Periode der *atlas* gerade so gebaut wie die übrigen Wirbel, wurde nicht geführt, und somit waren wir einer wichtigen Stütze für die Richtigkeit unserer Auffassung beraubt, einer Stütze, die ich so bald wie möglich dem Gebäude zu geben suchte, und es soll nun die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, den strengen Beweis zunächst für die Menschen und Säuger zu führen und auch bei diesen die Richtigkeit der CUVIER-RATHKE'schen Ansicht, die letzterer bei den Nattern, Schildkröten und Crocodilen gewonnen und *a priori* auf die höheren Thiere übertragen, nachzuweisen. Dabei wird es nun freilich aus dem Folgenden klar werden, dass unsere Ansichten namentlich über den Antheil des chordalen Wirbelcentrums und der skeletogenen Belegschicht an dem Aufbau der Gewebe des *spatium intervertebrale* nicht vollkommen richtig, und das geht auch aus der Arbeit des Herrn SCHWARCK über die Entwicklung der Wirbelsäule der Vögel hervor, allein, wenn deswegen unsere Theorie auch nicht wesentlich alterirt wird, so wird damit doch das erfreuliche Resultat erzielt, dass GEGENBAUR's und unsere Ansichten nahezu conform werden, dass nur die Deutung der Erscheinungen, nicht das Thatsächliche verschieden, und somit liegt die Hoffnung nahe, dass sich auch mit Bezug auf erstere eine vollkommene Einigung erzielen lassen wird.

Der erste, welcher an Schildkröten die alte Behauptung, dass der *arcus anterior s. inferior* den Körper des *atlas* repräsentire, widerlegte und annahm, dass der *processus odontoideus* als solcher anzusehen sei, war, wie ich einer Notiz RATHKE's entnehme, da mir leider das Original nicht zugängig war, CUVIER in seinen »Recherches sur les ossemens fossiles« Bd. IX., eine Annahme, die dann RATHKE[1]) zuerst an der Natter in wenigen Worten als richtig hervorhob. Er wies nach, dass der *atlas* dieser Thiere anfänglich gerade so gebaut sei wie bei den nächstfolgenden, ferner, dass derselbe sich allmählig durch Verflüssigung zwischenliegender Substanz von den Seitenflügeln und dem unteren Dornfortsatze trenne und zwischen diesem und den oben zu-

[1]) Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg, 1839.

sammenstossenden Schenkeln des Wirbelbogens wie in einem Ringe beweglich werde. Schliesslich verwächst dann dieser losgelöste Körper mit dem *epistropheus*. Er spricht dann ferner die Vermuthung aus, dass auch bei den höheren Thieren der *processus odontoideus* der Körper des *atlas* sei. In gleichem Sinne äussert sich auch BERGMANN in seiner Abhandlung: »Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skeletsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan« [1]) für die höheren Thiere, namentlich auf Grund seiner Beobachtungen an den Intervertebralgeweben, den oberen Schlussstücken und den unteren Dornfortsätzen (RATHKE) der ersten Wirbel (Säuger, Vögel, Reptilien). Das Resultat, zu dem er kommt, ist folgendes: Der sogenannte Körper des *atlas* (*arcus anterior*) verdient diesen Namen nicht ganz und namentlich dann nicht, wenn man das centrale Körperstück eines Wirbels ausschliesslich als den eigentlichen Körper bezeichnete. Dagegen ist dieses Stück allerdings Theil eines Wirbelkörpers, zu welchem ausserdem noch die Basen der Bogenschenkel, eventuell mit dem *ligamentum transversum*, und als Centralstück das *os odontoideum* mit dem *ossiculum terminale*, einer Epiphyse an der Spitze des Zahnfortsatzes, wenn es vorhanden, zu zählen sind. Für dieses Resultat sprechen nach ihm folgende Hauptgründe: der geringe Sprung von den Fischen zu den höheren Thieren, die Beobachtungen RATHKE's an der Natter, die festere Verbindung des *os odontoideum* mit dem *atlas*, und die lockere mit dem *epistropheus* bei den Schildkröten, die Deutung des unteren Schlussstücks des *atlas* (*arcus anterior*) als unteres Wirbelelement, das Intervertebralstück zwischen *os odontoideum* und *pars centralis epistrophei*, welches als doppelte Epiphyse zu betrachten ist, ferner das an der Spitze des Zahnfortsatzes befindliche *os terminale*, welches man als Wirbelkörperepiphyse betrachten muss. Ich kann nur die Schärfe dieser Aufstellungen und die Logik der BERGMANN'schen Folgerungen bewundern, um so mehr, da derselbe nicht vom ersten Werden der Theile, sondern von ziemlich späten Entwicklungsstadien ausging, und es hätte nur eines Schrittes, einer Betrachtung der Genese der übrigen Wirbel zu einer frühen Periode bedurft, um ihn zu denselben Schlusssätzen, welche wir aufgestellt und zu einer einfachen einheitlichen Auffassung aller Wirbel sämmtlicher Thierclassen zu leiten. Der Aufsatz ist mustergültig, und das erkennt auch RATHKE in seiner Abhandlung: »Ueber die Entwicklung der Schildkröten« [2]) an, in welcher er seine älteren Beobachtungen an der Natter weiter ausführt uud bestätigt. Zu gleicher Zeit hat er aber auch das *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und

1) Göttinger Studien, 1845.

2) Braunschweig, 1848.

Hinterhaupt in den Bereich seiner Betrachtung gezogen, und wir verdanken ihm den Nachweis, dass die *chorda* sich durch das *ligamentum suspensorium*, das er dem *ligamentum intervertebrale* der übrigen Wirbel homologisirt, in die Basis des *os occipitale* fortsetzt. Was das *ligamentum transversum* betrifft, so weist er zunächst die Ansicht von Bergmann, dass es eine verdickte Portion der Scheide der *chorda* sei, zurück, und zwar, weil dasselbe schon gebildet ist, wenn die *chorda* durch die Axe des *os odontoideum* geht, und er stellt die Ansicht auf, dass es nur ein Theil der Bandmasse, die der Faserkapsel entspricht, welche an den Körpern der übrigen Wirbel von einem zum anderen hinübergeht. Freilich weist er selber auf einen dagegen sprechenden Umstand hin, einmal, dass diese Masse das *os odontoideum* überspringt, während sie sich eigentlich daran heften sollte, und dann, dass die Fasern nicht einen longitudinellen, sondern einen transversellen Verlauf besitzen. Der Befund Rathke's bei den Schildkröten, dass die *chorda* sich durch das *ligamentum suspensorium* in den Hinterhauptswirbel fortsetze, wurde für die Säugethiere von H. Müller[1]) bestätigt und darauf hingewiesen, dass ähnlich wie der Wirbelkörper sich um die *chorda* bildet, so auch das *ligamentum suspensorium*. In seiner letzten Arbeit spricht sich Rathke[2]) auch für die Crocodile in dem gleichen Sinne wie früher aus. Der Körper des *atlas* ist anfänglich nicht von den übrigen Theilen desselben getrennt. Er löst sich erst später. Eine Bestätigung der Ansicht, dass die *chorda* durch das *ligamentum suspensorium* geht, finden wir bei Robin[3]). Es ist mir nicht bekannt, dass ausser diesen hier angeführten Autoren andere, mit Ausnahme von G. Retzius, sich ausführlicher über die Entwicklung der hier in Frage kommenden Skelettheile verbreitet haben. Das Hauptresultat mit Bezug auf die ersten Halswirbel, zu dem dieser Autor[4]) kommt, ist, abgesehen von seiner Uebereinstimmung mit Rathke, das, dass der vordere, kleine Bogen des *atlas* bei dem Menschen oder den Säugethieren der Repräsentant einer selbständigen Bildung, eine Hypapophyse ist, die bei einigen Vögeln auch am *epistropheus* auftritt und sich bei einem Theile der Amphibien an den übrigen Hals- und zuweilen auch an den folgenden Brustwirbeln findet. Die Angaben, welche man in den Handbüchern der Anatomie findet, sind wesentlich Reproduktionen der

[1]) Ueber das Vorkommen von Resten der *chorda dorsalis* bei Menschen nach der Geburt und über ihr Verhältniss zu den Gallertgeschwülsten am *clivus*. Zeitschrift für rationelle Medicin. Reihe III. Bd. II. 1856.

[2]) Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig, 1866.

[3]) Notes sur le développement de la notochorde.

[4]) Bidrag till kännedommen om halskotorna. Medicinsk. Archif, 1864.

von den früheren Forschern, namentlich von RATHKE, geäusserten Ansichten.

Um nun gleich das Resultat, zu dem mich meine Forschungen geführt, voranzustellen, so stimmt es mit dem BERGMANN's im Wesentlichen überein, während es dagegen, besonders mit Bezug auf das *ligamentum transversum*, von der Ansicht RATHKE's abweicht. Der *dens epistrophei*, oder besser gesagt, das *os odontoideum* des zweiten Halswirbels ist der im Laufe der Entwicklung von der ihn umgebenden, skeletogenen Schicht abgetrennte chordale oder eigentliche Wirbelkörper des *atlas*, während zur äusseren, Fortsätze treibenden Belegschicht, der *arcus anterior* oder, die Wirbelsäule immer horizontal gedacht, der *inferior*, der *arcus posterior s. superior* und das *ligamentum transversum* in seinen einzelnen Bestandtheilen gehört, von denen das Gewebe dieses sammt dem des *os odontoideum* und des *arcus inferior* den in der systematischen Anatomie an sämmtlichen übrigen Wirbeln als Wirbelkörper bezeichneten Theil, mein bleibendes Wirbelcentrum, zusammensetzen. Ferner entspricht im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und Occipitalwirbel das *ligamentum suspensorium* dem Intervertebralknorpel oder dem chordalen Wirbelkörper des Zwischenwirbelraums, die *ligamenta alaria* dagegen dem Intervertebralligament oder der skeletogenen Schicht, während dann der *apparatus ligamentosus* mit dem *ligamentum obturatorium anticum* Umbildungsproducte der äussersten Lage der skeletogenen Schicht, sowohl an Stelle des Wirbels, wie des *spatium intervertebrale* an den entsprechenden Stellen sind, gerade wie auch an den übrigen Wirbeln dasselbe mit dem *ligamentum vertebrale commune anticum* und *posticum* oder *inferius* und *superius* der Fall, Bandmassen, die die einfachen Fortsetzungen jener sind. Diese äussere Lage dient, wie wir wissen, hauptsächlich als Periost oder Perichondrium. Somit sehen wir denn, dass ein principieller Unterschied im Bau der beiden sogenannten Drehwirbel und dem der übrigen nicht vorhanden, sondern die wesentlichen Elemente, die den Wirbel zusammensetzen, kommen auch hier, wenn auch modificirt, vor.

Am schärfsten treten die Verhältnisse in dem frühesten Stadium der Entwicklung zu Tage, und ich war so glücklich, dasselbe an einem Rinde und einem Schweine untersuchen zu können. Dadurch wird die frühere Darstellung wesentlich ergänzt, theilweise freilich auch, wie ich schon vorhin andeutete, etwas modificirt. Die Kiemenbogen der Embryonen waren noch in ausgezeichneter Entwicklung vorhanden, das Gehirn noch eine einfache Blase, kaum mit Andeutungen von Falten versehen, und die Extremitäten zeigten sich nur als kurze Stummel. Die *chorda* liess sich als vollständig gleichmässiger Zellstrang verfolgen, dessen einzelne in ihrer Textur und ihrer Form

durchaus nicht veränderte Elemente aus den bekannten, länglich runden, embryonalen Zellen bestanden, die KÖLLIKER in seiner Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte vollkommen getreu und klar abgebildet. Sie besitzen keine Fortsätze, sondern erscheinen nur hie und da in Folge des dichten Aneinanderliegens etwas abgeplattet. Die Rückensaite zeigte sich von einer vollkommen durchsichtigen, glashellen, überall gleich dicken Scheide, einer *elastica*, umgeben, die als eine Cuticularabscheidung der Chordazellen anzusehen ist, und die für mich um so grösseres Interesse hatte, weil sich einmal bei diesen jungen Embryonen nachweisen liess, dass auch bei den Säugethieren zu einer frühen Periode die Scheide der *chorda* nicht fehlt, die später verschwindet oder mit der Intercellularsubstanz des knorpligen Wirbelcentrums verschmilzt, und dann weil in der neuesten Zeit DURSY[1]) behauptet, dass die Chordazellen in einem mit Flüssigkeit gefüllten Canale der embryonalen Wirbelsäule gelagert seien. Auf diesen Punkt richtete ich ganz besonders meine Aufmerksamkeit, und es kam natürlich vor allen Dingen darauf an, die Scheide zu isoliren, um so mehr, weil dieselbe bei Medianschnitten und an Zusammenhangspräparaten in der That ein Bild giebt, welches sich als ein Raum deuten liesse, in dem die Rückensaite suspendirt ist, gleichsam schwimmt. Diese Isolation ist mir an einem Präparate (Fig. 1 *e*) gelungen, und es stellt sich dabei zur Evidenz heraus, dass in der That eine cuticulare Scheide vorhanden, die sich bei der Flächenbetrachtung als von einem feinen, stark lichtbrechenden Contour begrenzt zeigte. Die *chorda* zeigte sich ferner von der Zellmasse der noch häutigen Wirbelsäule umgeben, die continuirlich mit der der Schädelbasis zusammenhing, die schon eine Umbildung in Knorpel zeigte, und auch diese wurde von der Rückensaite mit ihrer Scheide als gleichmässiger Strang durchsetzt (Fig. 1 *h*). Das Ende der letzteren habe ich nicht gesehen. Die *chorda* durchzog nun aber diese Zellenmasse nicht überall auf die gleiche Weise, sondern, während sie leicht geschlängelt die Mitte des oberen Wirbelsäulenendes nur unbedeutend der oberen Fläche näher durchsetzte, zog sie sich beim Schwein (Fig. 1 *h*) in schwachen Biegungen ebenfalls noch durch die Mitte des Hinterhaupttheils der Schädelbasis, um dann im Sphenoidaltheil allmählig immer mehr der unteren Fläche genähert zu verlaufen, und zwar in dem Grade, dass sich nur eine dünne Zellmasse zwischen ihr und der freien Unterfläche befand. Bei einem menschlichen Embryo aus der zehnten Woche (Fig. 6 *b*) war die *chorda* noch, wenn auch modificirt, vorhanden, sie war aber im Hinterhauptstheile der Schädelbasis dem Schädelbinnenraume ausserordentlich genähert.

[1]) Entwicklungsgeschichte des Kopfes.

um sich dann wie beim Schweine im weiteren Verlaufe allmählig der Unterfläche zu nähern. Sie zeigte sich dabei bei dem Menschen etwas angeschwollen, mit Zacken und Spitzchen besetzt. In der die *chorda* am oberen Wirbelsäulenende unmittelbar umgebenden, embryonalen Zellmasse zeigte sich dasselbe wie an den übrigen Körperstellen, nämlich eine eigenthümliche Differenzirung, und zwar derartig, dass rings um die *chorda* herum in gleichen Abständen eine Aufhellung derselben zu Stande kommt (Fig. 1 *d*), und diese aufgehellten Parthien erscheinen unter einander durch schmale Stränge (Fig. 1 *c*) verbunden. Dadurch kommt eine Segmentirung, ein Zerfall in einzelne Wirbel und *spatia intervertebralia* zu Stande, wobei dann die Wirbel an der Stelle der grössten Ausdehnung der Aufhellung, die Wirbelzwischenräume an der schmalsten derselben sich bilden. Worin wir den Grund dieser Erscheinung zu suchen haben, ist mir leider unaufgeklärt geblieben, und kann ich da nur mit einem grösseren oder geringeren Grade von Wahrscheinlichkeit Vermuthungen anstellen. Wollen wir nicht annehmen, dass der Impuls zu einer Veränderung eines Theils einer ursprünglich morphologisch gleichmässigen Zellmasse, gegenüber dem der Rest seinen eigenen, andersartigen Bildungsgang durchmacht, in der ursprünglichen Verschiedenheit der chemischen Constitution liegt, eine Annahme, die doch immer dazu nöthigt, weiter zurück in der Entwicklung äussere Impulse anzunehmen, so müssen wir daran festhalten, dass der Anstoss zur Entwicklung in der einen oder der anderen Richtung durch andere, ausserhalb der Zellmasse gelegene Elemente, zu denen sie in Beziehung tritt, gekommen sei, und da muss man zunächst an die *chorda dorsalis* denken. Einen Einfluss von dieser Seite glaube ich aber nicht annehmen zu dürfen, da dieselbe bei diesen Veränderungen, so viel ich gesehen, ihr gleiches Aussehen behält, um erst später Umwandlungen zu erleiden, und somit muss man sich nach anderen Theilen umsehen, und als solche bieten sich mir am naturgemässesten die Gefässe dar, die ja auf das Zellenleben den grössten Einfluss haben. Es ist mir aufgefallen, dass von den unter der Wirbelsäule gelegenen, grossen Gefässen in regelmässigen Abständen kleine Zweige emporgehen, die vielleicht zunächst bei der Segmentirung des Rückgrats im Urwirbel von Bedeutung sind, und ich finde, dass die Stelle der ausgedehntesten Aufhellung immer der Stelle des Herantretens der Gefässe entspricht, die der geringsten dagegen der Mitte zwischen zwei solchen Gefässen, dem bleibenden *spatium intervertebrale*, also den am weitesten von den grossen Ernährungsbahnen entfernten Stellen, wo im Gegentheil kleinere Ernährungsströme sich geltend machen müssen. Dabei will ich nun freilich ein Bedenken nicht verschweigen, welches immer wieder zu der Annahme eines Einflusses der *chorda* zurückführt, dass

nämlich die Aufhellung nicht bloss an der Unterseite des Rückgrats und unterhalb der *chorda* an der Stelle des Gefässeintrittes vor sich geht, sondern rings um die Rückensaite herum überall in verhältnissmässiger Gleichmässigkeit. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, bei der Betrachtung eines genauen Medianschnittes, bei dem die ganze Länge derselben getroffen, sieht man um die *chorda* herum ein rosenkranzähnliches Gebilde, dessen Kugeln den ausgedehnten, hellen Zellmassen der Wirbel, deren verbindende Fäden den schmalen der Intervertebralräume entsprechen. Dieses rosenkranzartige Aussehen der hellen Massen verschwindet in der Schädelbasis. Freilich sind dieselben auch hier vorhanden, ausgedehnter sogar als am Rückgrat und fast bis an die Peripherie reichend und in ihrer Form im Wesentlichen die der ganzen Basis wiederholend (Fig. 1 *i*). Umgeben sind diese hellen Zellmassen von dunkleren, die weniger ausgedehnt am Wirbelkörper (Fig. 2), mächtiger entwickelt im *spatium intervertebrale* (Fig. 1 *f* 2 *fh*) erscheinen. Die Aufhellung kommt dadurch zu Stande, dass die ursprünglich gleichmässigen, runden, embryonalen Zellen rings um die *chorda* in grösserer oder geringerer Ausdehnung helle Intercellularsubstanz absondern und deswegen aus einander rücken, während die Zellen an der Peripherie zunächst in ihrer Form unverändert bleiben und wahrscheinlich durch Theilung sich gleichmässig vermehren. An der Grenze der dunklen Zellmasse geht diese dann allmählig, ohne scharfe Grenzlinie in die anliegenden Gewebe über, einmal nach oben hin in die von einander noch nicht geschiedenen, sondern eine einzige dicke Membran bildenden Häute (Fig. 1 *a*) des Schädelraums und des *canalis spinalis* (*dura, arachnoidea, pia*), nach unten hin in das Bildungsgewebe der Muskeln und des Bindegewebes an der *basis cranii* und der Unterfläche der Wirbelsäule. Die hellen Zellmassen sind der Axentheil des Rückgrats und Schädels, wie ich ihn nennen möchte, die dunklen, die äussere Beleg- oder skeletogene Schicht. Ersterer zerfällt dann an den Stellen seiner grössten Ausdehnung in die chordalen oder eigentlichen Wirbelcentren und an denen seines geringsten Umfanges in die Intervertebralknorpel des Zwischenwirbelraums, den Analoga der chordalen Wirbelkörper. Diese sind also mächtiger entwickelt, jene geringfügiger. Es findet also das Umgekehrte von dem statt, was Schwarck und ich bislang mit Bezug auf diese beiden Theile von den Säugern und den Menschen geschildert, und ich komme alsbald auf den Grund unseres Irrthums zu sprechen. Dieser Befund der Zunahme des chordalen Wirbelcentrums an der Stelle des sich entwickelnden Wirbelkörpers und die Abnahme desselben im Intervertebralraume und der entsprechenden Zunahme der skeletogenen Schicht als Intervertebralligament befindet sich in erfreulicher Uebereinstimmung mit den Darstellungen

Gegenbaur's, welcher behauptet, dass die *matrix* der Wirbelfortsätze in den Intervertebralraum hineinwuchert. Die Auffassung, dass die skeletogene Schicht, aus der die Fortsätze entstehen, schwach an der Stelle des Wirbels, mächtig in dem *spatium intervertebrale* ist, ist die gleiche, und was die Deutung der Vorgänge, unter denen dies zu Stande kommt, betrifft, so glaube ich, braucht auch in dieser Beziehung keine wesentliche Differenz zu herrschen, und auch nach meiner Auffassung kann man von einer Wucherung der Zellmasse der skeletogenen Schicht sprechen, insofern die Zellen ohne Bildung einer ausgedehnten Intercellularsubstanz sich theilen, und zwar desto mehr, je weiter wir uns von der Mitte des sich bildenden Wirbelkörpers gegen den Zwischenwirbelraum entfernen, wenn ich auch den ganzen Vorgang lieber folgendermassen ausdrücke: An der Stelle des bleibenden Wirbels sondern sich aus der ursprünglichen, gleichmässigen, embryonalen Zellmasse rings um die *chorda* immer mehr Zellen ab, die massenhafte Intercellularsubstanz bilden und somit den eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper zusammensetzen, während dann die übrigen an die Peripherie gedrängt als skeletogene Schicht sich vermehren und vor allem nach aussen hin Fortsätze treiben, während dagegen im Intervertebralraume sich immer weniger Zellen der embryonalen Belegmasse der *chorda* durch Abscheidung von Intercellularsubstanz von den übrigen absondern und den Intervertebralknorpel zusammensetzen, und dann der überwiegende Rest als Intervertebralligament einfach durch Theilung, ohne Fortsätze über das Niveau der Wirbelsäule hinaus zu senden, sich vermehrt, also in *loco* und nicht vom Wirbel her wuchert.

Gerade so, wie an der übrigen Wirbelsäule, nur mit unwesentlichen und das Princip nicht alterirenden Abweichungen sehen wir auch am vorderen Ende den *atlas* und *epistropheus* sich entwickeln. Die Differenz besteht wesentlich darin, dass der chordale Wirbelkörper, namentlich des ersten Wirbels oder des *atlas* eine von dem der übrigen abweichende Gestalt besitzt, dass ferner im *spatium intervertebrale* zwischen diesem und dem *epistropheus* die skeletogene Schicht das Intervertebralligament weniger, namentlich in der Dicke, ausgedehnt erscheint wie an den übrigen, während dieselbe dagegen am unteren oder vorderen Theile des *atlas* eine eigenthümliche und mächtige Ausdehnung (Fig. 1 *f*, 2 *h*) gewinnt. Erscheint der chordale Wirbelkörper an den übrigen Wirbeln rundlich, an der Grenze des *spatium intervertebrale* sich plötzlich strangartig ausziehend, so finden wir dagegen vorzugsweise am *atlas* denselben am ausgedehntesten am *spatium intervertebrale* zwischen den zwei ersten Halswirbeln und hier dann nach Art der übrigen Wirbel plötzlich in den ausserordentlich dünnen Intervertebralknorpel übergehend und die Ausdehnung des Ligaments mehr wie an den

übrigen Wirbeln beschränkend. Es treten immer mehr Elemente desselben in die Bildung des chordalen Wirbelkörpers des *atlas* ein, und dieser verschmächtigt sich (Fig. 2 *e*) ganz allmählig gegen den Schädel hin, bildet also mehr einen Kegel als eine Kugel, dessen Spitze im Schädelintervertebralraume liegt. Der Körper erscheint von vorne herein länger gestreckt, ausgedehnter als an den übrigen. Was der eigentliche letzte Grund dieses Verhaltens ist, darüber vermag ich leider keine genügende Auskunft zu geben. Ob vielleicht, wie mir schien, der grössere Abstand der Ernährungsgefässe an dieser Stelle das Bedingende, oder ob dasselbe auf anderem Gebiete zu suchen, das muss ich dahin gestellt sein lassen, und ich muss mich daher rein auf das Thatsächliche beschränken, ohne weiteren Commentar hinzuzufügen.

Allein nicht nur am *atlas*, auch am *epistropheus* findet sich eine geringe Abweichung der Form des chordalen Wirbelkörpers gegenüber den übrigen, und zwar in dem gleichem Sinne, wie es bei jenen der Fall. Die Wirbelsäule immer horizontal gedacht, finden wir denselben hinten unten ausgedehnter, demnach von der Kugelgestalt abweichend, allein nicht in dem Grade, dass er wie beim *atlas* einen ausgeprägten Kegel repräsentirt. Er ist weit mehr eine Kugel mit einer nach hinten unten gewandten, stumpfen Ausbiegung, die schon an dem diesen folgenden verschwindet, um dem gewöhnlichen Verhalten Platz zu machen. Im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und *epistropheus* erscheint der chordale Wirbelkörper als Intervertebralknorpel gegenüber den übrigen, wie erwähnt, sehr wenig ausgedehnt, als kurzer, schmaler Strang die *chorda* umgebend, während derselbe dann als ebenso breiter (Fig. 1 *e*), jedoch um mindestens das Doppelte längerer Strang, länger auch als die Intervertebralknorpel der übrigen Wirbel zwischen *atlas* und Hinterhaupt erscheint, und die Masse dieses gewöhnlich nicht wie sonst überall im Centrum, sondern mehr der oberen Peripherie in grösserem oder geringerem Maasse genähert, erreicht. Hand in Hand mit diesen Formveränderungen des eigentlichen Wirbelcentrum in beiden Abtheilungen der Wirbelsäule geht ein verschiedenes Verhalten der skeletogenen, fortsatztreibenden Schicht und des Intervertebralligamentes, um nicht zu sagen, dass die Form der um die Chorda als chordaler Wirbelkörper oder als Zwischenwirbelknorpel liegenden Zellmasse von der Form dieser bedingt ist, was ich allerdings glauben möchte, ohne stricte Beweise dafür beibringen zu können. Weniger am *epistropheus*, mehr dagegen am *atlas* (Fig. 1 *f*, 2 *h*) sehen wir unten vorne eine beträchtliche Verdickung der Masse der skeletogenen Schicht und dadurch gleichsam eine Einschnürung des Wirbelcentrums vorne, eine Erweiterung hinten entstehen, während hinten, unten, an den Seiten und oben gegen das Rückenmark hin die Dicke derselben nicht von der an den gleichen

Stellen der übrigen Wirbel wesentlich verschieden erscheint. Ringsum, sowohl an der Stelle des Wirbels, wie des Intervertebralraums sehen wir zu dieser frühen Periode die skeletogene Schicht nicht scharf von den umgebenden Geweben abgesetzt, sondern allmählig darin übergehen. Dieser allmählige Uebergang zwischen den peripherischen Zelllagen der äusseren Belegschicht und den benachbarten Gewebsmassen findet nicht in demselben Maasse zwischen jener und der der centralen Wirbeltheile statt, sondern die dunklen Zellenhaufen derselben hellen sich ziemlich plötzlich zu diesen auf, und dieser schroffe Uebergang findet sich namentlich an der Verdickung der skeletogenen Schicht an der Unterseite des *atlas*, weniger des *epistropheus*, und wird an jenem, was bei den übrigen Wirbeln nicht vorkommt, noch dadurch erhöht, dass an der Grenze des chordalen Wirbelkörpers des *atlas* die Zellmasse der Belegschicht in dünner Lage ausserordentlich viel dunkler, zusammengedrängter erscheint, gleich als ob sich schon in diesem Stadium eine Trennung vorbereite.

Was die histologischen Strukturverhältnisse betrifft, so stimmen, wie leicht begreiflich, der Intervertebralknorpel mit dem chordalen Wirbelkörper, das Intervertebralligament mit der skeletogenen, die Fortsätze bildenden Schicht im Wesentlichen überein. Die Zellen der ersteren erscheinen in den allermannigfaltigsten Formen, bald rundlich ohne Ausläufer, bald unregelmässig polygonal, eckig mit längeren oder kürzeren Fortsätzen, und dies ist die gewöhnliche Form. Selten sehen wir dagegen die Zellelemente die reine Spindelform annehmen. Sie erscheinen alle in einer homogenen Grundsubstanz eingebettet, die im Centrum am ausgedehntesten, gegen die Peripherie hin zwischen die einzelnen Zellen sparsamer ergossen ist. Dadurch kommen diese in den allerverschiedensten Abständen von einander zu liegen. Wir müssen in diesem Stadium das ganze Gewebe, welches in gewisser Weise dem Spindelknorpel des Gehörorgans gleicht, nur dass die Zellen ausserordentlich viel reichlicher sind, wohl mehr als ein homogenes, embryonales Bindegewebe im Uebergange zum Knorpel, denn als einen wirklichen solchen betrachten. An der Peripherie des chordalen Wirbelcentrums und des Intervertebralknorpels, namentlich am ersteren deutlich ausgeprägt, erscheinen die Zellen viel reichlicher, dichter zusammengedrängt und gehen dann plötzlich in die nahe an einander gelagerten, rundlichen, stark granulirten und grösseren Zellen der skeletogenen Schicht über, zwischen denen die Intercellularsubstanz in ausserordentlich geringen Mengen ergossen, und zwar am wenigsten an der Grenze der mächtig entwickelten Belegschicht und des chordalen, eigentlichen Atlaskörpers. An der Peripherie erscheinen die runden Zellen etwas abgeplattet, mit der Längsaxe der Wirbelsäule

parallel, in mehreren, 4—5 Reihen über einander geordnet und zugleich mit kurzen Ausläufern versehen, ein Verhalten, welches jedoch noch nicht sehr scharf ausgeprägt erscheint und nur bei stärkeren Vergrösserungen sichtbar wird. Diese Zelllage ist die des sich entwickelnden Periostes und der damit zusammenhängenden, demselben homologen Gewebe. Eine geringfügige Differenz macht sich zwischen der äusseren Belegschicht des chordalen Wirbelkörpers und des Intervertebralraums in sofern geltend, als an dem von mir untersuchten, jüngsten Stadium die Zellen dieser etwas weiter aus einander gerückt und demnach in *toto* heller erscheinen und zugleich ihre Form insofern ändern, als sie unregelmässiger, namentlich in der Nähe des Intervertebralknorpels mit längeren, unter einander anastomosirenden Fortsätzen versehen, ein sehr enges Zellmaschennetz zu bilden beginnen, das nur an der Peripherie als compaktes Zellgewebe erscheint. Diese Erscheinung tritt vorzugsweise, oder besser gesagt, ausschliesslich in dem Zwischenraume zwischen *atlas* und Hinterhaupt zu Tage. Abgesehen von der äussersten, abgeplatteten Zelllage besitzt die Mehrzahl der Zellen hier zugleich eine bestimmte Richtung von der Vorderseite der Verdickung der skeletogenen Schicht unten am *atlas* gegen das Ende des dünnen Intervertebralknorpels an der Schädelbasis. Diese Richtung tritt nur an der Unterseite, nicht dagegen oben hervor. Es ist die erste Andeutung eines selbständigen Faserzugs in der Masse des hier so sehr ausgedehnten Intervertebralligamentes.

Habe ich zur Untersuchung der jüngsten Stadien der Wirbelentwicklung nur Rind und Schwein zur Disposition gehabt, so haben mir für die nun folgenden auch menschliche Embryonen aus der zehnten Woche zu Gebote gestanden, und es zeigte sich, abgesehen von Formverschiedenheiten gegenüber den Säugern, in dem Grade übereinstimmende Verhältnisse, dass es wohl mehr wie wahrscheinlich, dass auch die frühesten Zustände vollkommen conform sind. Betrachten wir zunächst wieder die *chorda*, so sehen wir, dass dieselbe die beiden ersten Wirbel und die *basis cranii* nicht länger als gleichmässig dicker Strang durchzieht, sondern dass sie wie an den übrigen Wirbeln veränderliche Durchmesser zeigt. Wir finden sie im *spatium intervertebrale* beständig mehr oder minder spindelförmig angeschwollen, allein oftmals sehen wir eine solche auch, wenn auch geringfügiger im Centrum des chordalen Wirbelkörpers, und zwar am wenigsten constant in dem des *epistropheus*, immer dagegen in dem des *atlas* auftreten (Fig. 6 *g*). Nur an einer Stelle fehlt zu allen Zeiten die Anschwellung des Chordastranges, nämlich im Zwischenwirbelraume zwischen *atlas* und Hinterhaupt (Fig. 6 *c*). Derselbe wird anfänglich in gleicher Dicke wie im frühesten Stadium von der Rückensaite durchsetzt, dann erscheint diese

jedoch beträchtlich verdünnt, und das ist auch mit den Theilen des Stranges der Fall, die in der Nähe der Intervertebralräume liegen. Die Auftreibung im Zwischenraume zwischen *atlas* und *epistropheus* entwickelt sich langsamer, als an den übrigen Wirbeln, und ist kaum angedeutet, wenn sie an jenen schon in voller Ausbildung vorhanden. Höchst unregelmässig erscheint die *chorda* in der Schädelbasis (Fig. 6 *b*), namentlich in dem Theile, der der *pars basilaris ossis occipitis* entspricht. Sie bekommt hier knotenförmige Anschwellungen, die zuweilen in Gestalt von spitzen Stacheln auftreten und dann dem umgebenden Gewebe gleichsam ein zernagtes Ansehen verleihen.

Hand in Hand mit diesem Wechsel im Caliber der Rückensaite geht die Veränderung der histologischen Elemente. Die rings um die *chorda* von den Zellen abgesonderte *cuticula*, die als das Homologon der *elastica interna* der übrigen Wirbelthiere sich mit derselben isoliren lässt, ist verschwunden oder integrirender Bestandtheil der Intercellularsubstanz des chordalen Wirbelkörpers geworden, und die rundlichen, embryonalen Zellen haben ihre Form insofern geändert, als sie ohne sich, wie mir scheint, in eigentlichen Knorpel umzuwandeln, an den dünnsten Stellen des Chordastranges oft in einfacher Lage als längliche, abgeplattete, spindelförmige, mit kurzen, mit den benachbarten anastomosirenden Ausläufern versehene Zellen erscheinen, während sie dagegen an den dicksten Stellen im Intervertebralraume durch die Ausläufer, die sie nach allen Seiten hin ausschicken, ein mehr sternförmiges Ansehen bekommen. Sie bilden hier ein Zellenmaschennetz, wie Herr Schwarck und ich es früher gezeichnet. Ob alle Zellen der Auftreibung, sowohl an den ersten, wie an den übrigen Wirbeln ausschliesslich der *chorda* angehören, möchte ich, wie schon früher, bezweifeln, wenn ich mich auch nicht auf das Bestimmteste aussprechen möchte. Es scheint, als ob das umgebende Knorpelgewebe lebhaft an der Bildung desselben Theil nimmt, lebhafter vielleicht als die *chorda* selbst. Es gelang mir bei den von mir untersuchten Stadien nicht Andeutungen davon zu sehen, dass die peripherischen Chordazellen als eine Art Epithel, das zur *elastica*, wie bei den anderen Wirbelthieren, in Beziehung tritt, angeordnet sind. Vielleicht sind andere Forscher bei ausgedehnteren Untersuchungen in dieser Beziehung glücklicher. Es ist mir wahrscheinlich, dass es zu irgend einer Periode auf kurze Zeit nachweisbar ist.

Wie die *chorda*, so unterliegt auch das Gewebe des chordalen oder eigentlichen Wirbelcentrums und des damit gleichwerthigen Intervertebralknorpels wichtigen und interessanten Modificationen. Beim Menschenembryo der zehnten Woche und bei den Säugern, deren Wirbelentwicklung auf gleicher Stufe, lässt sich der Antheil derselben an

dem Aufbau des Rückgrats jetzt nur schwer mehr ermessen, und zwar deswegen, weil die Unterschiede in der Struktur derselben und der skeletogenen Schicht namentlich und zuerst an den Wirbeln selbst sich auszugleichen beginnen. Der Verknorpelungsprocess ist es, der diesen Ausgleich zu Wege bringt und der beide Gewebselemente des Wirbels ergreift. Dabei macht sich eine Erscheinung innerhalb der Masse des chordalen Wirbelkörpers geltend, die ausserordentlich leicht zu Täuschungen über den Umfang desselben Anlass gibt, und die in der That SCHWARCK und mich, die wir vorzugsweise spätere Stadien untersucht, getäuscht hat. Mussten wir zu einer früheren Periode das Gewebe des chordalen Wirbelcentrums als ein Uebergangsgewebe zum Knorpel betrachten, so sehen wir dasselbe jetzt entschieden als hyalinen Knorpel auftreten, und diese Umwandlung beruht einmal auf einer Massenvermehrung und wahrscheinlich auch einer chemischen Aenderung der Intercellularsubstanz, gleichzeitig aber auch auf einem Eigenwachsthum der Zellen. Dieselben erscheinen entschieden grösser, bilden durch Theilung Gruppen und bekommen ganz das Aussehen der bekannten Knorpelzellen, während sie früher kleiner und unregelmässiger in der Form erschienen. Diese Massenzunahme der Intercellularsubstanz und der Zellen selbst findet namentlich rings um die Chorda herum statt und bedingt ein anderes Aussehen der Masse im Centrum, die sich einigermassen gegenüber den peripherischen, kleineren Zelllagen des chordalen Wirbelcentrums abhebt. Auf dem Quer- wie auf dem Längsschnitt erscheint diese grosszellige Knorpelmasse als ein kreisrunder Fleck (Fig. 3 *f*), und diesen haben SCHWARCK und ich in der früheren Abhandlung als eigentliches oder chordales Wirbelcentrum beschrieben, allein derselbe ist, wie auch SCHWARCK für die Vögel nachgewiesen, nichts anderes als der Vorläufer der centralen Ossification des bleibenden Wirbelkörpers. An diesem Verknorpelungsprocesse des eigentlichen Centrums nimmt auch die äussere Belegschicht Theil. Diejenigen Zellen, die demselben am nächsten gelegen, sondern Intercellularsubstanz ab und verwandeln sich zu Knorpelzellen, so dass die ursprünglich dicht an einander gedrängten Zellen der skeletogenen Schicht bis auf eine dünne Lage an der Peripherie (Fig. 3, 5, 6) verdrängt werden, die, abgesehen von den Fortsätzen, kaum mehr als die abgeplatteten Zellen der äussersten Lage derselben, die sich zum Periost umbilden, enthält. Diese, die gleichfalls verknorpeln, hängen dann in ihrer Masse continuirlich, ohne scharfe Grenze mit der Knorpelmasse der Wirbelkörper zusammen. Dass bei der Verknorpelung des chordalen Wirbelkörpers die skeletogene Schicht mit dessen Masse zu einer gleichmässigen Knorpelsubstanz verschmilzt, lässt sich am besten am *epistropheus* nachweisen. Wir sahen, dass an der Unterfläche des-

selben wie am *atlas* eine starke Anhäufung der Zellmasse der fortsatzbildenden Schicht sich fand. Der grösste Theil nun derselben wandelt sich zu Knorpel um, der mit dem chordalen Wirbelkörper eine Masse bildet, und das Gleiche ist mit dem hinteren Theile der skeletogenen Schicht an der Unterfläche des *atlas* der Fall (Fig. 6 *i*), und so sehen wir denn, dass im Zustande der Verknorpelung an den Wirbeln die Grenze zwischen den beiden constituirenden Elementen verschwunden, die skeletogene Schicht nur in ihren peripherischen Lagen die ursprüngliche Zusammensetzung, und zwar überall in ziemlich gleichmässiger Dicke beibehält. Auf die besonderen Modificationen derselben, namentlich am *atlas*, komme ich alsbald zu sprechen. Was nun schliesslich noch den centralen, um die *chorda* liegenden Theil des chordalen Wirbelcentrums betrifft, so zeigt derselbe auf dem Querschnitt oft, namentlich in den der Rückensaite am nächsten gelegenen Zellen eine concentrische Lagerung.

Mit Bezug auf die Gewebe im Intervertebralraume glaube ich, obgleich ich den strikten Beweis dafür schuldig bleiben muss, dass die ganze Masse des eigentlichen Wirbelcentrums oder des Intervertebralknorpels, welche in dünner Lage um die *chorda* liegt, bei der spindelförmigen Auftreibung derselben betheiligt ist, dass sie sie eigentlich bedingt, oder, wenn die Zellen der *chorda* wirklich diese allein durch Wucherung zu Wege bringen, dass der Intervertebralknorpel gänzlich dadurch verdrängt wird, und was dann übrig bleibt, ist das Intervertebralligament, die Masse der skeletogenen Schicht des Zwischenwirbelraums, dessen Elemente ebenfalls Veränderungen unterliegen. Die Zellen bleiben freilich wie früher dicht an einander gedrängt, in wesentlich der gleichen, relativen Dicke, ohne sich in Knorpel umzuwandeln, allein die früher runden Zellen platten sich mehr und mehr ab und stehen mit ihren Längsaxen deutlich der der Wirbelsäule parallel, so dass sie auf dem Längsschnitt wie die Lagen der Epidermis über einander geschichtet, auf dem Querschnitt in dicker Lage concentrisch angeordnet rings um die *chorda* liegen. Der Intervertebralknorpel ist also wahrscheinlich in die Chordazellmasse aufgegangen, das Intervertebralligament demnach allein übrig, ein Verhalten, dem entgegengesetzt, welches Schwarck und ich früher geschildert. Abweichend gestaltet sich das Verhältniss im Zwischenraume zwischen *atlas* und *epistropheus*. War der Intervertebralknorpel, das chordale Centrum an den übrigen Zwischenwirbelräumen verschwunden, so lässt es sich hier noch als dünne Lage grosszelligen Knorpels um die *chorda* herum nachweisen, und auch die Masse des Intervertebralligamentes ist, wenn auch mit geringerem Dickendurchmesser vorhanden. Die Zellen desselben sind ebenfalls abgeplattet und mit ihren längsten Axen

der der Wirbelsäule parallel, allein dieselben erscheinen nicht dicht zusammengedrängt, sondern durch reichlich ergossene Intercellularsubstanz von einander geschieden. Die ganze Masse wird dadurch heller, die Zellen erscheinen zugleich grösser und machen schon mehr den Eindruck von Knorpelzellen. Nur an der Peripherie (Fig. 6 *h*) zeigt sich eine Lage, die den gleichen Bau wie die übrigen Intervertebralligamente zeigt. Wegen dieser von dem Centrum gegen die Peripherie fortschreitenden Verknorpelung des Intervertebralligamentes zwischen den zwei ersten Wirbeln, ist der Unterschied zwischen diesem und dem Wirbelknorpel sehr gering, und er verliert sich im Laufe der Entwicklung noch mehr, so dass dann die Wirbelknorpelmasse des *atlas* und *epistropheus* mit dem Intervertebralligamente eine continuirliche Masse bilden und sich schon zu dieser frühen Periode nicht mehr rein trennen lassen.

Wenden wir uns nun nach dieser Schilderung zu den Umwandlungen, die die stark entwickelte, skeletogene Schicht am *atlas*, abweichend von den übrigen Wirbeln erfährt, so sehen wir dieselbe namentlich an der Unterseite, an der Stelle ihrer stärksten Entwicklung den in die Augen fallendsten Modificationen unterliegen. Die den chordalen Wirbelkörper des *atlas* ringförmig umgebende Belegschicht, die am *epistropheus* wie an allen übrigen Wirbeln im Stadium der Verknorpelung das eigentliche Wirbelcentrum verstärken hilft, und zwar dadurch, dass von innen gegen die Peripherie hin immer mehr Zellen in Knorpel sich umwandeln, zeigt dieses Verhalten am *atlas* nur an der breiten Basis des kegelförmigen, chordalen Wirbelkörpers, im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und *epistropheus* (Fig. 4 *e*, 6 *i*), an den übrigen überwiegenden Theilen schlägt sie dagegen folgenden Bildungsgang ein. Sie nimmt durch Wucherung ihrer Elemente beträchtlich an Stärke zu, wenn auch nicht an der ganzen Peripherie des chordalen Wirbelkörpers auf gleiche Weise. Ich erwähnte schon bei der Betrachtung des jüngsten Stadium, dass die ausgedehnteste Masse sich an der Unterseite befindet, allein diese Beobachtung muss dahin ergänzt werden, dass sie auch in beträchtlicher Ausdehnung um die Seitenflächen (Fig. 3 *c*) des eigentlichen Wirbelcentrums herumgreift, und selbst auf der oberen, dem Rückenmarke zugekehrten Fläche (Fig. 3 *h*) eine grössere Dicke wie an den übrigen Wirbeln erlangt, wenn diese auch weit der an der Seite und unten nachsteht. In Folge dieses Verhaltens finden wir den chordalen Wirbelkörper des *atlas* in seiner grössten Ausdehnung innerhalb der skeletogenen Schicht sehr excentrisch gelagert (Fig. 3 *f*), dem Rückenmarke mehr genähert, und die ganze, rings um denselben gelagerte, skeletogene Schicht wird nicht wie an den übrigen Wirbeln die Gestalt eines nach unten hin etwas dickeren Ringes besitzen, sondern mehr die eines Ovals mit ausge-

zogenen, seitlichen Spitzen (Fig. 3). Hand in Hand mit dieser Dickenzunahme der Belegschicht sehen wir dieselbe die beiden Fortsätze, die Neurapophysen, nach oben treiben und gleichzeitig seitlich die *processus laterales* (Fig. 3 *i*, 4 *b*) ausschicken, allein dabei hat sich auch die histologische Zusammensetzung des Gewebes geändert, und der obere, der untere Theil und die seitlichen Massen desselben entwickeln sich selbständig zu verschiedenen Gebilden, wenn sie auch ursprünglich die gleiche embryonale Zusammensetzung aus dicht gedrängten, rundlichen, embryonalen Zellen, wie früher beschrieben, besitzen. Sie entwickeln sich nicht bloss unabhängig von einander, sondern auch unabhängig von dem chordalen Wirbelkörper, von dem sie sich zu trennen beginnen. Auf diese Trennung weist schon die aus dem frühesten Stadium beschriebene, dünne Lage dicht gedrängter und abgeplatteter Zellen hin (Fig. 2 *d*), die, anfänglich weniger deutlich ausgeprägt, im weiteren Verlaufe der Entwicklung deutlicher zu Tage tritt, und die sich zwischen der starken Zellenanhäufung der skeletogenen Schicht und der Unterfläche des chordalen Atlaskörpers fand. Allein nicht bloss hier, sondern an der ganzen Circumferenz (Fig. 3 *d*, 5 *g*), also auch seitlich und oben findet sich eine solche Lage der Belegschicht, die gleichmässig die Form wiederholend den chordalen Wirbelkörper scheidenartig umhüllt, und dessen innerste Lage sich zum Periost des *os odontoideum* entwickelt. Diese innerste Lage ist deshalb für uns von hoher Bedeutung, weil die Entwicklungsvorgänge innerhalb derselben die Trennung zwischen dem eigentlichen Wirbelkörper des *atlas* und dem Gewebe der fortsatzbildenden Schicht bedingt. Worauf das Entstehen dieser eigenen, an den übrigen Wirbeln fehlenden Zellmasse beruht, darüber kann ich nur Vermuthungen hegen, die ich mittheilen will in der Hoffnung, dass andere Forscher dieses interessante Thema eingehender behandeln werden.

Ich glaube dasselbe zunächst auf mechanische Verhältnisse zurückführen zu dürfen, und denke mir, dass sie durch den Druck zu Wege gebracht wird, den das Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers vom Centrum gegen die Peripherie und der Belegschicht von der Peripherie gegen das Centrum hin bedingt, ein Wachsthum, welches bei der selbständigen Entwicklung der Theile, die wir supponiren müssen, nothwenig eine Abplattung der Zellen und schliesslich einen Schwund derselben an der Grenze der beiden, wo immer, wie überhaupt an der Peripherie, die Gewebe am weichsten, zu Wege bringen muss. Das excentrische Wachsthum des chordalen Atlaskörpers ist einleuchtend, da er wenigstens annäherungsweise einen soliden Kegel repräsentirt, abgesehen von den geringfügigen Chordaresten im Inneren, nicht so das überwiegend concentrische der Belegschicht, das auf Hindernisse

von Seiten der umgebenden Theile zurückgeführt werden könnte. Freilich können wir des letzteren auch entrathen, wenn wir ein stärkeres Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers gegenüber der skeletogenen Schicht annehmen und zugleich an der Möglichkeit festhalten, dass das frühzeitige Festerwerden der Masse der letzteren im Centrum vorhanden ist, was bei der Ausdehnung des ersteren nothwendig zum Schwund der weichen Grenzlagen führen muss. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, Messungen und ausgedehntere, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen werden die Entscheidung bringen, und die aufgestellte Hypothese soll nichts weiter als eine Anregung auf diesem Gebiete geben, und es würde mich sehr freuen, wenn die Unhaltbarkeit meiner Annahme eines Näheren dargelegt würde. Aber nicht bloss innen, sondern auch aussen wird die Trennung der skeletogenen Schicht gegenüber den benachbarten Theilen deutlich. Im jüngsten Stadium sehen wir das Gewebe derselben an der Peripherie allerdings wie überall (Fig. 1 *k*, 2 *b i*) eine Lage platter Zellen, als erste Andeutung einer Abgrenzung, bilden, und diese Schicht deutete ich als die Matrix des Periostes und der dazu gehörigen Gewebe, allein dennoch fand sich ein allmähliger Uebergang zu den benachbarten Geweben, der Hülle des Rückenmarkes, den Muskeln u. s. w. In diesem Stadium aber ist die Trennung, wenn auch nicht vollführt, so doch stärker ausgeprägt, und man kann deutlich die Grenze der skeletogenen Schicht nach aussen bestimmen (Fig. 5 *f*), und zwar einmal deswegen, weil die Zelllage durch Umwandlung der Elemente schon mehr die Natur eines periostalen Bindegewebes angenommen hat, und dann vor Allem, weil die benachbarten Zellmassen sich selbständig und verschieden von der Belegschicht zu den bleibenden Geweben weiter entwickeln.

Im Folgenden wollen wir nun die Umwandlung der skeletogenen Belegschicht am *atlas* betrachten, und beginnen zunächst mit der an der Unterseite liegenden Masse, die am *epistropheus* wie an allen übrigen Wirbeln bis auf die Periostlage in den Knorpel des chordalen Wirbelkörpers übergeht, jedoch nicht sonderlich ausgedehnt erscheint, eine Masse, aus der in anderen Thierclassen die Hämapophysen sich bilden, während sie auch am *atlas* knorplig metamorphosirt, allein mächtiger entwickelt sich darstellt. Anfänglich, wie schon früher erwähnt, eine Masse dicht zusammengedrängter, rundlicher, embryonaler Zellen (Fig. 1 *f*, 2 *h*, 3, 4, 5) als flacher Bogen an der Unterseite des eigentlichen Atlaskörpers gelagert, beginnt sie gleichzeitig mit der Umwandlung des chordalen Wirbelkörpers zu hyalinem Knorpel vom Centrum gegen die Peripherie hin in eben solchen sich zu verwandeln (Fig. 5 *e*), und zwar scheint diese Metamorphose ausserordentlich rasch vor sich zu gehen. Dabei wachsen dann an der Seite dieser Masse die das

Rückenmark umschliessenden Neurapophysen (Fig. 3 *k*) hervor, deren Knorpel eine einfache Fortsetzung des Gewebes dieses Theils der skeletogenen Schicht ist. Die Zellen rücken durch Bildung massenhafter, gleichmässiger Intercellularsubstanz aus einander, theilen sich, wie wir es schon an anderen Stellen gesehen, und beim Menschenembryo der zehnten Woche sehen wir dann die Verknorplung so weit vorgeschritten, dass nur an der Peripherie der Anhäufung, und zwar einmal aussen (Fig. 5 *f*), eine dünne Lage abgeplatteter, unverknorpelter Zellen übrig bleibt, das embryonale Periost, welches mit dem benachbarten Gewebe der Muskeln innig zusammenhängt, allein doch davon vollkommen gut trennbar erscheint und ferner nach innen gegen den chordalen Wirbelkörper (Fig. 2 *d*, 5 *g*) eine eben solche dünne Zelllage, die zur skeletogenen Schicht gehörig, denselben, wie früher erwähnt, umhüllt und die Trennung zwischen eigentlichem Wirbelkörper und Belegschicht andeutet. Diese Lage wird nicht in den Verknorpelungsprocess einbezogen, sondern in demselben Augenblicke, wo dieser bis an die Peripherie fortgeschritten, sehen wir darin bemerkenswerthe Veränderungen auftreten. War diese Lage im jüngeren Stadium (Fig. 2 *d*) nur schwach begrenzt, und die Zellen derselben nur wenig abgeplattet, aber dichter zusammengedrängt, wie in der übrigen Masse der skeletogenen Schicht, so wird im Laufe der Entwicklung die Abplattung immer stärker, das ganze Gewebe wird in Folge dessen immer dunkler und hebt sich gegenüber der Umgebung immer schärfer ab. Die einzelnen Zellen erscheinen dabei stark granulirt, namentlich im Centrum, und wie mir schien, rührte das von der Einlagerung feinster Fetttröpfchen her, mit denen das Zellprotoplasma imprägnirt. Eine Isolation dieser platten Zellen zeigt, dass dieselben kurze Fortsätze besitzen, mit denen sie unter einander anastomosireu. Die untere Masse besitzt nun aber nicht überall die gleiche Dicke, sondern an den Seiten, beim Uebergange in die Neuralspangen sehen wir dieselbe zunehmen, und zwar deswegen, weil an der Ursprungsstelle derselben auch die *processus laterales* (Fig. 3 *i*, 4 *b*) auszuwachsen beginnen. Wir wollen jedoch von einer Betrachtung dieser als im Augenblicke von geringerem Interesse absehen, allein ausdrücklich erwähnt muss eine kleine Verdickung werden (Fig. 3 *e*), die schon jetzt sich geltend macht, und die sich in der Mitte der Unterfläche findet. Es ist das *tuberculum anterius* oder *inferius* des vorderen oder unteren Atlasbogens, denn es leuchtet ein, dass die so eben beschriebene, untere Masse diesen Theil repräsentirt. Sie ist die Matrix der Hämapophysen sowohl an diesem Wirbel, wie an jedem anderen und als ein Rudiment derselben anzusehen, während dann die Verdickung, das *tuberculum*, die Andeutung einer ungespaltenen *spina haemalis* ist, Verhältnisse,

auf die ich mich hier nicht weiter einlassen kann, um so weniger, da sie schon früher von SCHWARCK und mir ausführlich behandelt und begründet worden sind. Gehen wir nun einen Schritt in der Entwicklung weiter, so sehen wir die augenfälligsten und interessantesten Veränderungen an der dünnen Grenzlage zwischen dem *arcus inferior* und dem chordalen Atlaskörper auftreten. Wir finden, dass auf einmal im Centrum, wahrscheinlich durch Schwund eines Theils der abgeplatteten Zellen, eingeleitet durch die fettige Metamorphose des Zellprotoplasma das Gewebe heller wird (Fig. 6 *k*), ein lockeres Zellgewebsnetz mit unregelmässigen, mit anastomosirenden Ausläufern versehenen Zellen repräsentirt, und dadurch sehen wir zwei Lagen dunkler Zellen abgetrennt, von denen die eine (Fig. 3 *d*) dem chordalen Wirbelkörper anlagert, demselben als Perichondrium dient, während die andere (Fig. 3 *g*) das gleiche Gewebe an der Innenfläche des *arcus anterior* bildet. Damit sehen wir denn die vollständige Trennung eingeleitet, und man kann jetzt schon von einem selbständigen *processus odontoideus* oder einem *os odontoideum* sprechen, welcher also aus dem eigentlichen Körper des *atlas*, aber nicht ausschliesslich, sondern auch wie der bleibende Wirbelkörper jedes anderen Wirbels aus einer Lage der skeletogenen, Fortsätze treibenden Schicht besteht, die als Periost desselben dient, und dessen hat man sich zu erinnern, wenn man gegenüber der Belegschicht den *processus odontoideus* als Körper des *atlas* bezeichnet. Es ist das um so interessanter, als dadurch ein noch innigerer Connex des ersten Wirbels mit den übrigen zu Stande kommt, da ja auch bei ihnen die skeletogene Schicht aufs innigste, untrennbar mit dem eigentlichen Wirbelcentrum verbunden ist. Man müsste also das Verhältniss eigentlich so ausdrücken, dass, während an den übrigen Wirbeln das eigentliche Wirbelcentrum und die Belegschicht eine Masse bilden, am *atlas* durch eine Spaltung innerhalb der skeletogenen Schicht eine Trennung zu Stande kommt, wobei dann der allergrösste Theil derselben selbständig erscheint. Immerhin aber ist es wohl nicht unberechtigt zu sagen, dass das *os odontoideum* den eigentlichen Atlaskörper bilde, da dieser in der That die Hauptmasse desselben ausmacht.

Dieser Trennungsprocess innerhalb der skeletogenen Schicht macht sich nun aber nicht bloss auf der Unterseite des Atlaskörpers, sondern auch an den übrigen Stellen seiner Circumferenz geltend (Fig. 3 *d*, 7 *d*), und damit komme ich zu der Beschreibung der seitlichen Theile und der oberen Parthie der Belegschicht. Der Hauptunterschied in der Entwicklung dieser Massen gegenüber dem Theile an der Unterseite des chordalen Wirbelkörpers, dem *arcus inferior*, besteht darin, dass die Elemente derselben niemals verknorpeln, sondern sich zu Bindegewebsmassen umwandeln. Im Uebrigen lassen sich dieselben Grunderscheinungen

nachweisen. An den Seiten war, wie wir gesehen haben, die skeletogene Schicht beträchtlich, wenn auch nicht so stark wie unten entwickelt. Sahen wir nun hier innerhalb derselben in unmittelbarer Nähe des eigentlichen Wirbelcentrums durch Aufhellung der Grenzzelllage in dünner Schicht die Andeutung einer Trennung entstehen, so findet etwas Aehnliches auch an den Seiten statt, nur dass hier die Aufhellung innerhalb der Belegschicht eine viel grössere Ausdehnung erreicht (Fig. 3 *c*), so dass die dunklen Parthien nur eine schmale Lage, einmal an der Peripherie der skeletogenen Schicht (Fig. 3 *g*), und dann an der Oberfläche des chordalen Wirbelkörpers bilden, während dagegen oben an der Rückenmarkfläche ein Verhalten wie unten, eine Aufhellung in sehr dünner Schicht, stattfindet. Die dort nur in geringer Ausdehnung vorhandene Belegmasse (Fig. 3 *h*) wird dadurch ebenfalls in eine peripherische und centrale, dem Wirbelcentrum zugehörige Lage getheilt, welch letztere auch hier in derselben Dicke wie an den übrigen Stellen das Periost des Atlaskörpers bildet und auch dieselbe Struktur besitzt. Es sind wenige Lagen abgeplatteter, dicht gedrängter, granulirter und mit kurzen, unter einander anastomosirenden Ausläufern versehene Zellen. Die hellere, mittlere Zellmasse, die an den Seiten so ausserordentlich entwickelt (Fig. 3 *c*) ist, besteht aus grösseren, unregelmässig polygonalen, hie und da sternoder spindelförmigen Zellen, die, mit längeren Ausläufern versehen, theilweise ein Zellennetz, ein maschiges, embryonales Bindegewebe, theilweise reichliche Gefässe (Fig. 7 *f*) bilden. Erst an der Peripherie platten sie sich wieder ab und bilden die dunklere Zelllage (Fig. 3 *h*). Diese, die ich am liebsten dem unteren Bogen parallelisiren möchte, und die oben in der Mitte am dünnsten, an den Seiten wie jene dagegen am entwickeltsten sich zeigt, zeigt schon frühzeitig eine Trennung in zwei, unter einander anfänglich zusammenhängende Gewebe, das eine central, das andere peripherisch, von denen ersteres überall in ziemlich der gleichen Stärke (Fig. 3 *h*) der inneren Periostlage des *arcus inferior*, jenes an den Seiten am ausgedehntesten (Fig. 3 *a*), theilweise mit seinen am oberflächlichsten gelagerten Theilen dem äusseren entspricht. Ersteres repräsentirt das *ligamentum transversum* mit seinem oberen und unteren Schenkel, letzteres bildet sich zum Theil zum *apparatus ligamentosus*, dem *ligamentum latum epistrophei*, aus. Denkt man sich, dass in dem abgetrennten, grössten Theile der skeletogenen Schicht statt einer Verwandlung der centralen Zellen desselben zu Knorpel, wie es am *arcus inferior* der Fall, eine solche zu Bindegewebe und Gefässen stattfindet, so hat man ein Verhalten, wie es namentlich an den seitlichen Massen der Belegschicht sich findet. Dieses embryonale, maschige, centrale Zellnetz verbindet an den Seiten

ligamentum transversum und *apparatus ligamentosus* (Fig. 3 *a*), während letzterer in der Mitte ohne Hülfe desselben mit dem queren Bande zusammenhängt. Von den Neurapophysenbasen, also am Ende des *arcus inferior* entspringend (Fig. 3 *h*) erscheint das *ligamentum transversum* auf dem Querschnitt als ein dunkler, gleichmässig dicker Zellstreifen, dessen einzelne Elemente anfänglich runder, dicht an einander gedrängt, dann mehr abgeplattet erscheinen und mit ihren Längsaxen transversell gestellt sind. Auf dem Längsschnitt tritt dann auch, namentlich der obere, zugehörige Theil des *crus superius* hervor, dessen Zellen in der Längsrichtung der Wirbelsäule stehen, und welches von der Spitze des chordalen Atlaskörpers an der Grenze des *spatium intervertebrale* seinen Anfang nimmt (Fig. 6 *f*). Auch der untere Schenkel lässt sich schon, wenn auch mit grösserer Mühe nachweisen. Eine ausgeprägte Faserung lässt sich noch nicht entdecken. Der *apparatus ligamentosus*, der recht eigentlich der äusseren Periostlage, der Belegschicht der übrigen Wirbel entspricht, ist eine verdichtete Masse an der Peripherie des zelligen Bindegewebes, welches ich vorhin in Analogie mit dem Knorpel des *arcus inferior* brachte, und in dem sich an den Seiten gegen den Rückenmarkscanal hin reichliche Gefässe entwickeln, ausgespannt zwischen den Neurapophysen, und die Richtung der Bildungszellen derselben sehen wir wesentlich der Länge der Wirbelsäule parallel.

Dies die Verhältnisse der skeletogenen Schicht am chordalen Wirbelkörper des *atlas*, und wir wenden uns jetzt zur Schilderung derjenigen des *spatium intervertebrale* des *atlas* und Hinterhaupts. Wir haben gesehen, dass die *chorda* von einer Zellscheide, dem Intervertebralknorpel umgeben (Fig. 1 *c*) von der Spitze des *processus odontoideus* zur *basis cranii* als überall gleich dicker Strang zog, und dass das Caliber sich nicht wie in anderen Zwischenwirbelräumen änderte. Dies zeigt sich selbst noch in späteren Entwicklungsstadien (Fig. 6 *c*), und erst dann, wenn die Ossification eintritt, beginnt sie zu verschwinden. Die umgebende Masse des Intervertebralknorpels, die Fortsetzung des chordalen Wirbelkörpers (Fig. 6 *c*) besteht aus platten, der Länge der *chorda* parallelen Zellen, die unter einander durch Ausläufer verbunden einen embryonalen Faserstrang bilden, der sich schon jetzt als *ligamentum suspensorium dentis* vollkommen gut gegenüber der umgebenden skeletogenen Schicht, dem Intervertebralligament, abgrenzt. Von dieser (Fig. 1) ursprünglich dunklen, gleichmässigen, aus runden, dicht gedrängten, embryonalen Zellen bestehenden Masse habe ich schon früher erwähnt, dass dieselbe bei weiter fortschreitender Entwicklung rings um das embryonale *ligamentum suspensorium*, den Intervertebralknorpel, sich aufhelle (Fig. *e*), und das tritt namentlich schön bei

menschlichen Embryonen der zehnten Woche (Fig. 5 *d*) und bei gleich weit entwickelten Säugethieren zu Tage, wobei dann wie beim Wirbel die ursprünglich dunkle Zellmasse in dünner Lage auf die Peripherie verdrängt ist, und diese bildet dann, soweit sie vom unteren Atlasbogen ausgeht (Fig. 2 *i*, 6 *l*), das *ligamentum obturatorium inferius s. anticum*, während das obere oder untere ein *ligamentum intercrurale s. flavum* ist. Die embryonalen Elemente des ersteren hängen continuirlich mit dem Periost des Bogens zusammen, sind demselben so zu sagen in morphologischer Beziehung gleichwerthig, dagegen bildet die dunkle Lage gegen das Rückenmark hin (Fig. 2 *b*, 6 *d*) die Fortsetzung des *ligamentum latum* oder des *apparatus ligamentosus*, die sich bis zur Schädelhöhlenfläche der *basis cranii* erstreckt und hier continuirlich mit der jetzt schon unterscheidbaren *dura mater* (Fig. 6 *a*) zusammenhängt und dieselben Strukturverhältnisse wie das embryonale Periost und der Bandapparat des Wirbels zeigt. Der Richtung der Zellen des *ligamentum obturatorium* zu einer frühen Periode gegen den Anfang des Hinterhauptlochs, also der Eintrittsstelle der *chorda* in die Schädelbasis, habe ich schon früher Erwähnung gethan, nur dass diese Richtung bei der stärkeren Differenzirung (Fig. 2 *a*, 6 *l*, 7 *a*) dieses Gewebes gegenüber den benachbarten deutlicher zum Vorschein kommt. Die helle Zellmasse der skeletogenen Schicht des Zwischenwirbelraums oder des Intervertebralligamentes, welches die Natur eines Zellenmaschennetzes (Fig. 6 *e*) hat und hie und da schon Andeutungen von Gefässen, in die sich ein Theil der Zellen verwandelt, erkennen lässt, ist nun aber abgesehen davon nicht vollkommen gleichmässig, sondern diejenigen Zellen, welche bis zur Spitze des *processus odontoideus* an den sich entwickelnden *apparatus ligamentosus* angrenzen, sehen wir einen anderen Entwicklungsgang durchmachen. Dieselben bilden (Fig. 5 *b*) zwei Zellstränge mit abgeplatteten, spindelförmigen Elementen, die eine Richtung von der Seite der Spitze des chordalen Atlaskörpers, mit dessen Periost sie zusammenhängen, bis zum Umfange des Hinterhauptloches nehmen, und diese, die im Zwischenwirbelraume dem *ligamentum cruciatum* des Wirbels entsprechen, stellen sich als die ersten Andeutungen der *ligamenta alaria* heraus, und so finden wir im *spatium intervertebrale* ähnliche Trennungsvorgänge innerhalb der peripherischen Lage der Belegschicht, wie am *atlas*, und es bekundet das wieder einmal den innigen Connex zwischen Wirbel und Wirbelzwischenraum, die Uebereinstimmung in den Grundverhältnissen der dasselbe zusammensetzenden Gewebe.

Sehen wir nun somit schon zu dieser Periode alle im erwachsenen Zustande vorhandenen Elemente der Drehwirbel in grösserer oder geringerer Ausbildung vorhanden, so erübrigt es zum Schluss nur noch

einen Blick auf die weiteren Entwicklungsvorgänge zu werfen, die für eine schärfere Differenzirung der einzelnen Theile von Wichtigkeit. Was zunächst das *spatium intervertebrale* zwischen *attas* und *epistropheus* betrifft, so finden wir die *chorda* wohl durch Hülfe des Intervertebralknorpels spindelförmig aufgetrieben (Fig. 8 *c*), allein von einem Intervertebralligament ist nicht viel mehr zu sehen (Fig. 8), und wie an den übrigen Wirbeln waren die centralen Theile desselben schon mit der Bildungsmasse des *nucleus pulposus* verschmolzen, der sonach nicht ausschliesslich dem Intervertebralknorpel, der Fortsetzung des eigentlichen Wirbelcentrums entspricht. Das Ligament ist nur mehr an der Peripherie des Zwischenraums nachweisbar, die centralen Theile (Fig. 6, 8) sind in die Knorpelmasse des Körpers der beiden ersten Wirbel übergegangen. Die centrale Aufhellung sowohl im *processus odontoideus*, als im *epistropheus*, der Vorläufer der Ossification ist ausgedehnter geworden. Am *atlas* sehen wir die Trennung zwischen *arcus inferior* und dem *dens* durch Resorption des aufgehellten Zellgewebes (Fig. 6 *k*) zwischen beiden vollständig geworden (Fig. 7 *c*), und es hat sich ein Gelenk gebildet, dessen Kapsel an der Stelle, wo sich der Bogen von dem *dens* entfernt, die dem Ursprunge der Neurapophysen entspricht, von denjenigen Zellen gebildet wird, die an der Seite des *processus odontoideus* unter dem *ligamentum transversum* gelegen sind (Fig. 3 *c*), und in denen sich jetzt deutliche Gefässe entwickelt haben (Fig. 7 *f*), während der Rest derselben ein lockeres, bindegewebiges Maschennetz bildet. Zugleich finden wir auch im Knorpel des Bogens, im Centrum desselben eine Aufhellung, die wie bei den Wirbelkörpern als Vorbote der Verknöcherung auftritt. Das Periost des *arcus* sowohl, wie des *processus odontoideus* hat schon mehr den bleibenden Charakter angenommen. Das *ligamentum transversum* mit seinen Ausläufern zeigt sich ebenfalls von dem *dens* vollständig abgetrennt und tritt deutlich als Fasergewebe mit starken, elastischen Elementen auf. Auch das *ligamentum latum epistrophei* stellt sich jetzt schon als Bindegewebsmasse dar, während die Zellen zwischen demselben und dem *ligamentum transversum* theilweise starke Gefässe gebildet haben, grösstentheils aber nur ein zartes, maschiges Bindegewebe bilden und dadurch deutlicher die Masse des queren Bandes mit dessen Schenkeln und den *apparatus ligamentosus* abtrennen. Dieselbe stärkere Differenzirung der einzelnen Theile findet auch im *spatium intervertebrale* zwischen *atlas* und Hinterhaupt statt. Die *chorda* verschwindet im *ligamentum suspensorium*, und dieses selbst bildet jetzt einen faserigen Bindegewebsstrang. Das lockere Zellnetz des Intervertebralligamentes wird immer lockerer, nachdem ein Theil der Zellen sich zu Gefässen umgewandelt. Die *ligamenta alaria* treten als selb-

ständige Faserstränge auf, und heben sich deutlich vom *apparatus ligamentosus* ab. Das nächste Stadium ist dann (Fig. 8) durch das Auftreten der Ossificationskerne charakterisirt, mit dem Hand in Hand die Vascularisation des Knorpels geht. Ein solcher erscheint, wie bekannt, im Centrum der Wirbel, ohne dass man in morphologischer Beziehung auf seine Lage, Ausdehnung und Zahl besonderen Werth legen darf. Der des *epistropheus* entwickelt sich immer später als an den übrigen, ist daher kleiner, und ein eben solcher macht sich im Centrum des unteren Atlasbogens geltend, und zwar früher als im *os odontoideum*, der zuletzt erscheint. Die *basis cranii* habe ich meistens von der unteren Peripherie aus verknöchern sehen.

Nach demselben Plane, wie bei den Säugern und den Menschen, sind die zwei ersten Wirbel der Vögel und Reptilien gebaut, worauf ich in späteren Abhandlungen zurückkommen zu können hoffe, und so glaube ich denn, dass die Grundanschauungen, welche SCHWARCK und ich in der vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule niedergelegt, eine weitere, wichtige Stütze bekommen haben, und ich denke, der stricte Beweis ist geführt, dass der Grundplan im Bau der Wirbelsäule auch auf diese so eigenthümlichen Elemente anwendbar ist, ein Beweis, der, wie schon aus RATHKE's und BERGMANN's Arbeiten hervorgeht, in vergleichend anatomischer Beziehung nichts weniger als irrelevant erscheint.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^{50}/_{1}$. Medianer Längsschnitt durch die Schädelbasis und den *atlas* eines Rindsembryo. *a.* die ungetrennten, mächtig entwickelten Gehirnhäute (*pia*, *arachnoidea*, *dura*). *b.* Gehirn. *c.* Intervertebralknorpel des ersten Zwischenwirbelraumes, späteres *ligamentum suspensorium dentis*. *d.* Chordaler Wirbelkörper des *atlas*. *e.* Chordascheide (*elastica interna*). *f.* Anhäufung der skeletogenen Schicht an der Vorderseite des *atlas*, später *arcus anterior*. *g.* Matrix der an der Schädelbasis und der Vorderfläche der Wirbelsäule befestigten Organe. *h.* Chordastrang innerhalb der Schädelbasis. *i.* Chordale Wirbelkörpermasse der Schädelbasis. *k.* Skeletogene Schicht derselben.

Fig. 2. Vergr. $^{50}/_{1}$. Längsschnitt seitlich von der Mittellinie durch die Schädelbasis und die zwei ersten Wirbel eines etwas älteren Rindsembryo. *a.* Deutlicher als Periostlage der Schädelbasis zum Vorschein kommende, skeletogene Schicht. *b.* Erste Anlage des *apparatus ligamentosus* und der *ligamenta alaria*. c. Aufgehellte Zellmasse des Intervertebralligaments im ersten Wirbelzwischenraum. *d.* Erste Andeutung der Grenzschicht zwischen Belegmasse und chordalem Wirbelkörper *e.* des *atlas*. *f.* Intervertebralligament zwischen *atlas* und *epistropheus*. *g.* Chordaler Wirbelkörper des *epistropheus*. *h.* Deutlicher abgegrenzte Anlage des *arcus anterior*. *i.* Erste Andeutung der *membrana obturatoria anterior*.

Fig. 3. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch den *atlas* eines etwas älteren Rindsembryo. *a.* Zellmasse zwischen *apparatus ligamentosus b.* und dem *ligamentum transversum*. c. Aufgehellte Zellmasse der skeletogenen Schicht an der Seite des chordalen Wirbelkörpers des *atlas*. *d.* Erste Anlage des Periostes des *dens epistrophei*. *e. Tuberculum anterius atlantis*. *f.* Aufhellung im Centrum des *dens epistrophei* als erste Andeutung der Ossification. *g.* Inneres Periost des *arcus anterior*. *h. ligamentum transversum*-Anlage. *i.* Sich entwickelnder *processus lateralis*. *k.* Neurapophyse.

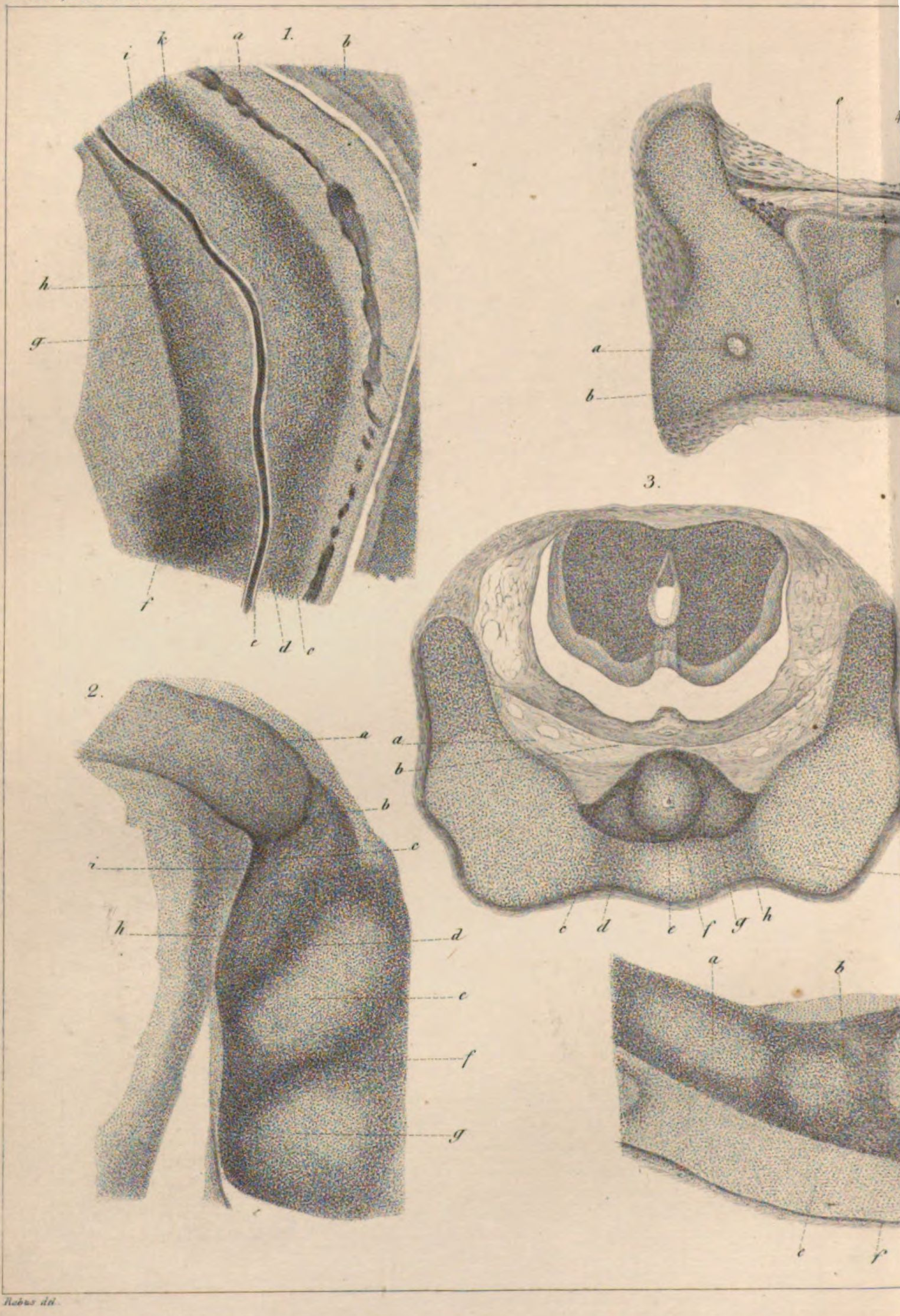
Fig. 4. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch den *atlas* in der Nähe des *epistropheus* eines Schweinsembryo. *a. Foramen intertransversarium* des *atlas*. *b. processus laterales*. c. Die skeletogene Schicht des *spatium intervertebrale* und des *atlas*. *d. apparatus ligamentosus*. *e.* Chordaler Atlaskörper.

Fig. 5. Vergr. $^{50}/_{1}$. Querschnitt durch den oberen Theil des *atlas* eines Menschenembryo aus der zehnten Woche. *a.* Hinterhaupt. *b.* Erste Anlage der *ligamenta alaria*. c. *ligamentum cruciatum*. *d.* Die helle Zellmasse der skeletogenen Schicht an der Seite des eigentlichen Atlaskörpers. *e.* Verknorpelter *arcus anterior*. *f.* Aeusseres, schon deutlich angelegtes Periost, äusserste Lage der Belegschicht. *g.* Ungespaltene Trennungszellmasse zwischen der skeletogenen Schicht und dem chordalen Atlaskörper.

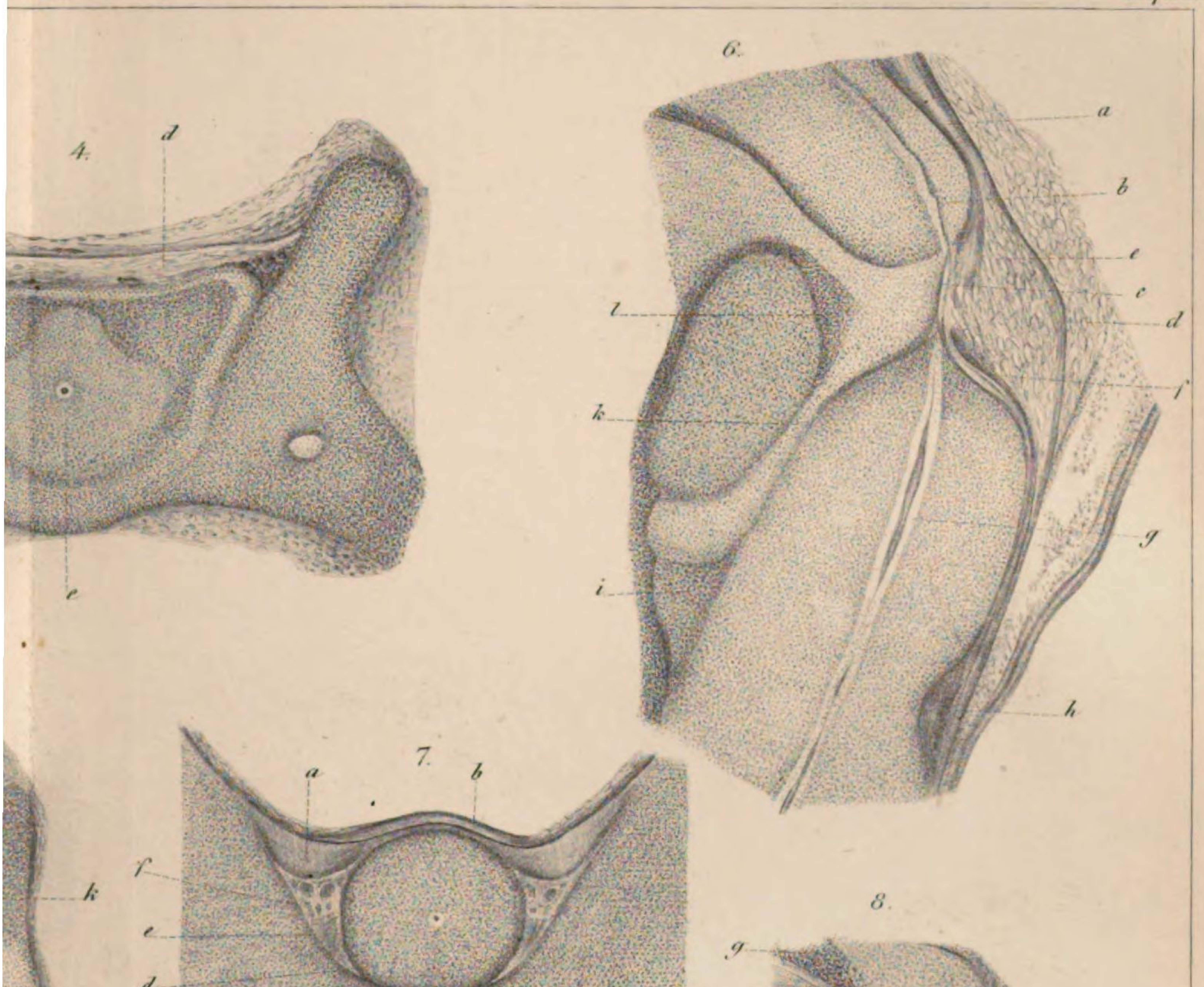
Fig. 6. Vergr. 65/1. Medianer Längsschnitt durch den oberen Theil der Wirbelsäule eines Menschenembryo der zwölften Woche. *a. dura mater.* *b.* Der knotenförmige Chordastrang in der Schädelbasis. *c. ligamentum suspensorium.* *d. apparatus ligamentosus.* *e.* Zellgewebe der skeletogenen Schicht des Intervertebralraums, dem Intervertebralligament angehörig. *f. Crus superius* des *ligamentum transversum.* *g.* Die Erweiterung des Chordastranges in der Mitte des Atlaskörpers. *h.* Rest des Intervertebralligaments zwischen *atlas* und *epistropheus.* *i.* Anhäufung der Masse der skeletogenen Schicht an der Vorderseite des unteren Theils des *atlas.* *k.* Aufgehellte, centrale Parthie der trennenden Zelllage zwischen *arcus anterior* und dem *os odontoideum.* *l. Ligamentum obturatorium anterius* abgerissen.

Fig. 7. Vergr. 50/1. Querschnitt durch die Mitte des *atlas* eines etwas älteren, menschlichen Embryo. *a. ligamentum transversum.* *b. apparatus ligamentosus.* c. Gelenkhöhle zwischen *arcus anterior* und *dens.* *f.* Gefässe innerhalb des lockeren Zelllagers der skeletogenen Schicht an der Seite des *processus odontoideus*, welches die Gelenkkapsel des Zahngelenks gebildet.

Fig. 8. Vergr. 30/1. Nicht vollständig genauer, medianer Längsschnitt durch den oberen Theil der Wirbelsäule eines Schweinsembryo. *a. membrana obturatoria anterior.* *b.* Aufgehellte Parthie des Knorpels in der Mitte des Atlaskörpers. *c.* Spindelförmige Erweiterung der *chorda* im Intervertebralraume zwischen *atlas* und *epistropheus.* *d.* Ossificationskern des *epistropheus.* *e. nucleus pulposus.* *f.* Ossificationskern des *arcus anterior.* *g.* Ossification an der Schädelbasis.



Rabus del.



W. Grohmann sc.

XIII.

Beiträge zur Entwicklung der Wirbelsäule bei den Vögeln

von

W. Schwarck, stud. med.

Mit Tafel XXVI.

In der Arbeit von Dr. HASSE und mir »Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere des Menschen und der Säugethiere« sind die Vögel wegen Mangels an Zeit nicht specieller berücksichtigt worden, ihre Bearbeitung musste auf eine spätere Zeit verschoben werden. Da es nun aber zur Consolidirung unserer in obiger Arbeit niedergelegten Ansichten von höchstem Interesse ist, zu sehen, wie die Verhältnisse der Wirbel bei den Vögeln sich gestalten, so habe ich etwas genauere Untersuchungen über die Wirbelgenese angestellt. Im Ganzen ist das Studium der Vogelwirbelsäule bis jetzt etwas vernachlässigt worden. So viel ich weiss, haben sich nur REMAK [1]), GEGENBAUR [2]) und G. JAEGER [3]) damit beschäftigt, und zwar ersterer hauptsächlich nur mit den ersten Entwicklungsstadien bis zur Entwicklung der secundären Wirbelsäule. Seine Angaben werden von GEGENBAUR bestätigt. Letzterer hat auch die späteren Entwicklungsverhältnisse der Vögel in seiner Arbeit über die vergleichende Anatomie der Amphibien und Reptilien kurz beleuchtet. Auf diese Arbeit habe ich besonders Rücksicht genommen.

Leider begannen meine Untersuchungen, die nur an Hühnerembryonen gemacht sind, erst mit späteren Stadien, wo die Wirbelsäule bereits in den knorpligen Zustand übergegangen ist. Gern hätte

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. 1855.

2) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862.

3) Sitzungsberichte der k. k. Academie. Wien 1859. Bd. XXVII.

ich die Wirbelgenese von der ersten Anlage der secundären Wirbelsäule an verfolgt, doch es fehlte an Material. Das jüngste Stadium, das mir zu Gebote stand, war vom 6. Tage. Betrachten wir nun zunächst die gröberen Verhältnisse an einer solchen Wirbelsäule etwas näher. In der Mitte der Wirbelkörper, doch näher der oberen Seite — die Wirbelsäule hier, wie auch bei der weiteren Betrachtung horizontal liegend gedacht — sieht man auf Querschnitten die rundliche *chorda*, deren Ausdehnung noch ziemlich beträchtlich ist (Fig. 1 u. 4 *ch*). Nach aussen an sie schliesst sich eine helle, schmale, structurlose Membran, die *elastica interna* (Fig. 1 u. 4 *e*), und nun folgt der knorplige Wirbelkörper, dessen Ausdehnung durchaus nicht mehr unbeträchtlich ist. Hierin liegt eine Weiterentwicklung der Vögel gegenüber den Reptilien, wo die um die *chorda* abgelagerte Knorpelmasse weit geringer ist, und eine Annäherung an die Säugethiere. Schon bei oberflächlicher Betrachtung erkennt man auf Querschnitten an der Knorpelmasse zwei Schichten, eine innere, dunklere, deren Elemente ringförmig um die *chorda* herum angeordnet sind (Fig. 1 u. 4 *a*), und eine äussere, hellere, deren Zellen unregelmässig durch einander liegen (Fig. 1 u. 4 *b*). Erstere entspricht wie bei den Säugethieren dem chordalen Wirbelkörper, letztere der äusseren, skeletbildenden Schicht. Beide sind jedoch auch bei den Vögeln nicht scharf von einander getrennt, sondern gehen allmählig in einander über, was ja auch nicht zu verwundern, da sie innig zusammen gehören, indem sie jedenfalls dieselbe Matrix haben, und zwar die äussere Zellscheide. Von der äusseren Schicht gehen auch die Fortsätze des Wirbels aus, die am fünften schon als solche ausgebildet sind (Fig. 1 u. 4). Was die Ausdehnung beider Schichten betrifft, so überwiegt die äussere die innere an Mächtigkeit, nur im senkrechten, d. h. im neuro-ventralen Durchmesser kommt letztere ihr wohl fast an Stärke gleich, ja übertrifft sie stellenweise. Uebrigens ist der chordale Wirbelkörper rings um die *chorda* nicht gleich stark, vielmehr ist er über ihr am mächtigsten, ja hier scheint die äussere, skeletbildende Schicht aufs blosse Perichondrium reducirt zu sein. An den Seiten von der *chorda* wird die innere Schicht schwächer, noch schwächer unter ihr. Dies Verhalten ist so auffallend, dass die Dicke der inneren Schicht unter und über der *chorda* oft fast um die Hälfte differirt, mitunter verschwindet der Unterschied allerdings auch mehr. Das Grössenverhältniss der äusseren und inneren Knorpelschicht ist im Verlaufe der ganzen Wirbelsäule ziemlich dasselbe; nur gegen das Schwanzende zu, wo die Entwicklung der Wirbel noch nicht so weit vorgeschritten ist und daher die *chorda* eine relativ starke Ausdehnung zeigt, tritt auch die äussere Schicht gegenüber der inneren etwas mehr zurück. Dies spricht ent-

schieden dafür, dass die Grösse der skeletbildenden Schicht mit der Entwicklung der Fortsätze im innigsten Connex steht. Sie nimmt zu mit der Ausdehnung letzterer, was wir ja auch bei den Säugethieren dargethan haben. In der That waren am Schwanzende des fünftägigen Hühnerembryo die Fortsätze noch wenig entwickelt, die Bögen noch nicht geschlossen. Immerhin war die relative Grösse der äusseren Schicht hier beträchtlicher als an der Schwanzspitze, wie bei allen Säugethierembryonen, was sich einfach daraus erklärt, dass die Fortsätze hier stärker sind. Die äusserste Schicht des Wirbels bildet endlich das Perichondrium, das sich continuirlich um Körper und Fortsätze herumzieht (Fig. 4). Dies die gröberen Verhältnisse des Wirbels auf Querschnitten. Dem entsprechend finden wir sie auch auf senkrechten Längsschnitten.

Hier sehen wir die *chorda* (Fig. 3 *ch*) sich als continuirlichen, überall gleich dicken Strang durch die ganze Wirbelsäule hindurchziehen, ein Beweis, dass dieselbe, wenn sie auch auf die fernere Entwicklung der Wirbelsäule keinen grossen Einfluss mehr übt, doch noch nicht der regressiven Metamorphose anheimgefallen sein kann. Hierfür spricht ja auch schon die Integrität ihrer Elemente, an denen noch nichts von Neubildung zu entdecken ist. Die knorplige Wirbelsäule ist noch nicht in einzelne Wirbel zerfallen, wohl aber ist die Stelle der späteren Trennung schon durch eine stärkere Zellenanhäufung gekennzeichnet (Fig. 3 *i*). Diese Differenzirung soll nach Gegenbaur erst um den fünften Tag vor sich gehen. So entsteht der Intervertebralraum. Die dicht zusammengehäuften Zellen sind sehr dunkel gefärbt — alle Präparate waren mit einer Carminammoniaklösung tingirt — und gehen continuirlich in die Zellen des Perichondrium über, so dass es fast scheint, zumal letzteres sich an der unteren Seite des Wirbels ein wenig einbuchtet, als ob von ihm aus die Zellen in den Wirbel hineingewuchert wären. Trotzdem ist an die Möglichkeit eines solchen Vorganges kaum zu denken, vielmehr spricht Alles dafür, dass die Anhäufung der Zellen durch Wucherung an Ort und Stelle zu Stande kommt. Dieses giebt auch Gegenbaur an. Sehen wir doch auch bei der Bildung von Gelenken ganz dasselbe Verhältniss, auch hier entsteht erst eine stärkere Zellenanhäufung, die bei oberflächlicher Betrachtung vom Periost ausgegangen zu sein scheint, und doch nehmen alle Autoren eine örtliche Zellwucherung an. An einigen Stellen sah man auch wirklich eine leichte Trennung des Perichondriums vom übrigen Intervertebralraum durch eine plötzlich zunehmende, dunklere Färbung des ersteren, immerhin aber ist der Uebergang weniger deutlich ausgesprochen, als am Wirbelkörper.

An dem knorplige Wirbelkörper kann man, wie an Querschnitten, so auch an Längsschnitten sehr wohl zwei Schichten von ensprechender

Ausdehnung unterscheiden, nur springt die Trennung hier nicht so stark in die Augen. Gleich unterhalb der *chorda* sieht man mehrere, ziemlich regelmässige Längsreihen von Zellen, die dem chordalen Wirbelkörper entsprechen (Fig. 3 *a*). Weiter nach aussen ordnen die Elemente sich unregelmässiger an, die Intercellularsubstanz wird etwas mächtiger, und somit ist der Uebergang in die äussere, skeletbildende Schicht gegeben, von der sich auch hier das Perichondrium wieder scharf absetzt. In Uebereinstimmung mit der stärkeren Ausdehnung des chordalen Wirbelkörpers an der Dorsalseite des Wirbels, wie wir es auf Querschnitten vorfanden, dringen auch hier die in Längsreihen angeordneten Zellen oberhalb der *chorda* bis zum Perichondrium, das den Rückenmarkscanal auskleidet, vor und gehen allmählig in letzteres über (Fig. 3).

Kehren wir nun wieder zum Intervertebralraum zurück, so finden wir die Verhältnisse sich hier etwas schwieriger gestalten, die einzelnen Schichten lassen sich weniger deutlich von einander trennen. Die dichte Anhäufung der Zellenmassen erstreckt sich durch den ganzen knorpligen Wirbelkörper, doch nimmt sie auf senkrechten Längsschnitten an der Ventralseite von aussen nach der *chorda* zu etwas ab. Die letzterer zunächst liegende Knorpelpartie erscheint heller, die Intercellularsubstanz ist hier etwas bedeutender. Gleichzeitig sind die innersten Zellen mehr oder weniger der *chorda* parallel angeordnet, während die der grösseren, äusseren Partie in leicht bogenförmigen Linien mit nach unten sehender Convexität angeordnet sind. Jene innerste, helle Knorpelpartie (Fig. 3) entspricht entschieden dem chordalen Wirbelkörper, während die grössere, äussere von der skeletbildenden Schicht und dem Perichondrium gebildet wird. An der Dorsalseite der *chorda* erkennt man gleichfalls zwei Schichten, eine äussere, dunklere, die die Fortsetzung des Perichondrium ist, und eine innere, hellere, deren Ausdehnung weit mächtiger. Die Elemente der letzteren sind an der äusseren Hälfte in leicht bogenförmigen Linien mit nach oben sehender Convexität, in der unteren Hälfte dagegen in entgegengesetzt bogenförmigen Linien angeordnet, wohl ein Beweis, dass die Hauptwucherung der Zellen in der Mitte der Dicke dieser Schicht stattfindet. Diese ganze Schicht geht ganz allmählig in die chordalen Wirbelkörper über, so dass wohl nicht daran zu zweifeln ist, dass dieselbe eine Fortsetzung der letzteren ist. Demnach wären wir zu dem Resultate gekommen, dass die einzelnen Schichten des knorpligen Wirbelkörpers im Intervertebralraum ziemlich dieselbe Ausdehnung als im Wirbelkörper haben. Wir wollen nun sehen, ob hiermit auch die Verhältnisse, wie wir sie auf Querschnitten durch den Intervertebralraum antreffen, in Einklang zu bringen sind. Hier sehen wir

sämmtliche Zellen ringförmig um die *chorda* angeordnet, und zwar nimmt die Intensität ihrer Färbung gegen die *chorda* zu ab. Obgleich nun der Unterschied in der Färbung der peripherischen Zellenreihen und der der *chorda* nicht so unbeträchtlich ist, so erfolgt die Färbungsabnahme doch so allmählig, dass es unmöglich ist, hier die beiden Schichten streng zu trennen. Trotz dieses Befundes steht aber nichts im Wege, dennoch zwei Schichten zu unterscheiden, eine innere, dem chordalen Wirbelkörper, und eine äussere, der skeletbildenden Schicht entsprechende, und zwar in der Ausdehnung, die wir auf Längsschnitten gefunden haben. Die innere Schicht ist dann der Intervertebralknorpel, die äussere das Intervertebralligament. Ersterer hat also nicht um die ganze *chorda* herum dieselbe Ausdehnung, sondern ist oberhalb derselben weit mächtiger als unter ihr, indem er dort fast die ganze Dicke des Intervertebralraums einnimmt, hier nur einen kleinen Theil. Hierin stimme ich daher nicht mit Gegenbaur überein, der den ganzen, im Intervertebralraum liegenden Knorpel als Intervertebralknorpel auffasst und nur die äussere, dem Perichondrium entsprechende Lage als Intervertebralligament ansieht. Hiernach schlössen die Vögel sich allerdings in dieser Beziehung ganz eng an die Amphibien und Reptilien, wo das Intervertebralligament gegenüber dem Intervertebralknorpel an Stärke sehr zurücktritt, während nach meiner Ansicht sie hierin schon einen Uebergang zu den Säugethieren bilden.

Der *processus costalis* (Fig. 1 *C*) war in diesem Stadium an den Halswirbeln ebenfalls schon durch eine stärkere Zellenanhäufung (Fig. 1 *d*) vom oberen und unteren Querfortsatz getrennt. Ganz dasselbe Verhalten also wie im Intervertebralraum.

Dies die gröberen Verhältnisse der Wirbelsäule, gehen wir nun zu dem feineren, histologischen Bau über, und zwar wollen wir zunächst wieder die *chorda* ins Auge fassen.

Die *chorda* (Fig. 2 *ch*) besteht aus einem grosszelligen Gewebe, dessen Zellen ziemlich rundlich sind und dicht neben einander liegen, so dass keine Intercellularsubstanz zwischen ihnen existirt. Die Zellen zeigen wie auch bei den Amphibien und Reptilien schöne, runde Kerne, die grösstentheils peripherisch gelagert sind und deutliche Kernkörperchen besitzen. Gegen die Peripherie zu verkleinern die Chordazellen sich und bilden schliesslich eine Reihe kleiner, der *elastica* dicht anliegender, kernhaltiger Zellen, ein Verhalten, das gleichfalls bei den Amphibien und Reptilien statt hat. Diese Randzellen sind zugleich dunkler gefärbt und mehr platt (Fig. 2 *f*), vielleicht kann man sie deshalb als eine Art Epithel ansprechen. Doch sei dem, wie ihm wolle, jedenfalls hängen sie mit den Chordazellen, aufs innigste zusammen, denn nirgends, wo die *chorda* sich von der *elastica* gelöst hatte,

sah man dieselben an letzterer verbleiben. Ganz platte Randzellen habe ich nur an einigen wenigen Stellen deutlich wahrgenommen, ob dieselben an dem übrigen Theile der Wirbelsäule fehlten, wage ich nicht zu entscheiden. Im Ganzen ist jedoch diese Frage auch nicht von grosser Wichtigkeit.

Die an die *chorda* sich anschliessende *elastica* ist eine schmale, structurlose Membran (Fig. 2 *e*), an der man bei stärkerer Vergrösserung eine leichte, concentrische Streifung erkennt. Gegen die *chorda* endet sie mit einem sehr dunklen, leicht geschlängelten Contour, nach aussen dagegen geht sie continuirlich in die Intercellularsubstanz des chordalen Wirbelkörpers über, so dass es fast scheint, als ob sie ein integrirender Bestandtheil desselben, eine Abscheidung aus ihm sei. Dennoch spricht wohl die meiste Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie ein Homologon der *elastica interna* der Amphibien und Reptilien ist.

Der chordale Wirbelkörper besteht theils aus mehr ovalen, theils leicht spindelförmigen Zellen, die ringförmig um die *chorda* herum angeordnet sind, d. h. mit ihrem Längsdurchmesser parallel der Oberfläche jener. Die Zellen sind deutlich kernhaltig, und trotz der sehr dunklen Färbung, die sie durch Tinction mit Carminammoniak annehmen, erkennt man eine leichte Granulirung an ihnen. Auf Längsschnitten erscheinen die Zellen oval, nur nach beiden Enden des Wirbels zu werden sie fast rundlich, die Zwischensubstanz zwischen den Zellen ist sehr spärlich. Weiter von der *chorda* entfernt werden die Zellen sowohl auf Quer- als auf Längsschnitten mehr rundlich, aber grösser, und gehen endlich in die unregelmässigen Zellen der äusseren, skeletbildenden Schicht über. Zugleich mit diesem Vorgang wird auch die Intercellularsubstanz reichlicher, und damit wird auch die Färbung der Zellen heller. In der Intercellularsubstanz sieht man gleichsam als Abgrenzung von Zellenterritorien eine leichte, dunkle Strichelung (Fig. 2). Dieselbe ist in der äusseren Schicht deutlicher als in der inneren, hier ist sie theilweise kaum zu entdecken. Die äussere, skeletbildende Schicht lässt sich auch in ihrer feineren Structur nicht scharf von dem chordalen Wirbelkörper trennen, der Uebergang beider in einander findet ganz unmerklich statt. Die Zellen der äusseren Schicht liegen sowohl auf Längs- als Querschnitten unregelmässig durch einander und sind selbst unregelmässig polygonal und grösser, ferner unterscheiden sie sich von den Zellen der inneren Schicht dadurch, dass sie stärker granulirt sind und mehr Intercellularsubstanz zwischen sich haben. Letztere beiden Charaktere sind jedoch nicht in der ganzen Ausdehnung des Wirbels gleich stark ausgeprägt, vielmehr ändern sie sich gegen den Intervertebralraum zu allmählig, indem die Zellen kleiner, weniger granulirt und daher zusammen-

gedrängt werden. Alles dieses geht auch mit den Zellen der skeletbildenden Schicht gegen das Periost hin vor sich; nachdem sie endlich eine rundliche oder etwas längliche Form angenommen haben, gehen sie ziemlich plötzlich und nicht ganz allmählig wie bei jungen Säugethierembryonen in die Spindelzellen des Perichondrium über. Ein Beweis also, dass letzteres sich bei den Vögeln früher und rascher von seiner Matrix, der äusseren, skeletbildenden Schicht, differenzirt als bei jenen. Die Zellen der Wirbelfortsätze verhalten sich ganz wie die der äusseren, skeletbildenden Schicht, jedoch entsprechen sie mehr denen der peripherischen Theile der letzteren. Das Perichondrium, das als ziemlich starke Lage (Fig. 2*p*) den Wirbelkörper sammt seinen Fortsätzen überzieht, hat eine rein bindegewebige Natur.

Im Intervertebralraum lassen sich, wie zu erwarten war, auch der feineren Structur nach der Intervertebralknorpel und das Intervertebralligament nicht scharf trennen, vielmehr findet ein ganz allmähliger Uebergang statt. Die der *chorda* zunächst liegenden Zellenpartien, die den ersteren constituiren, verhalten sich in jeder Beziehung ähnlich wie die des chordalen Wirbelkörpers, auch sie sind länglich oval, nur sind sie kleiner, liegen dichter zusammen und lassen weniger Intercellularsubstanz zwischen sich, auch sind sie noch etwas platter. Gegen die Peripherie des Intervertebralraums zu findet ein ähnlicher Vorgang statt, wie wir es in unserer früher erwähnten Arbeit vom Schweinsembryo beschrieben haben, die Zellen werden nämlich platter, kleiner und dichter zusammengedrängt, und schliesslich gegen das Perichondrium zu spindelförmig und so dicht an einander liegend, dass man die einzelnen kaum noch unterscheiden kann; nur geht alles dieses hier noch unmerklicher vor sich als es beim Schweinsembryo der Fall ist, so dass man hier bei Betrachtung des feineren Baues absolut keine annähernde Grenze ziehen kann.

Die Veränderungen, die an den folgenden Tagen mit der Wirbelsäule vor sich gehen, habe ich leider nicht beobachten können, es standen mir keine Embryonen zu Gebote. Das nächste Stadium, das ich zu untersuchen hatte, war bereits vom 14. Tage, wo natürlich schon bedeutende Veränderungen vor sich gegangen sind.

Die Verknöcherung ist hier bereits an der ganzen Wirbelsäule im Entstehen begriffen, ausser an den Kreuz- und Schwanzwirbeln. Daher wollen wir mit der Schilderung der Verhältnisse, wie wir sie hier vorfinden, beginnen. Was zunächst die *chorda* betrifft, so hat dieselbe in diesem Stadium offenbar keine Bedeutung mehr, sie ist schon in der Rückbildung begriffen und durchzieht die Wirbel nicht mehr als continuirlicher, überall gleich dicker Strang, sondern ist an bestimmten Stellen, und zwar in den Intervertebralräumen, schon eingeschnürt. Dem

entsprechend ist ihre Structur bedeutend verändert, ihre Elemente sind zusammengedrängt, lassen aber noch einzelne Zellen erkennen. Die Gestalt der *chorda* ist in den Intervertebralräumen und am Ende des Wirbels dreieckig, in der Mitte des Wirbels dagegen, wo ihre Zellen zugleich intacter sind, ist sie noch rundlich (Fig. 5 *ch*). Interessant ist eine Thatsache, die GEGENBAUR erwähnt, nämlich dass die *chorda* am 7. Tage am vorderen Theile der Wirbelsäule und am Schwanze in der Mitte des Wirbels eingeschnürt sein soll, ein Umstand, für den sich bis jetzt wohl kaum eine Erklärung finden lässt. Erst gegen den 9. Tag soll sich die intervertebrale Einschnürung und die vertebrale Erweiterung ausbilden, und zwar zunächst an den Halswirbeln.

Um die *chorda* herum findet sich eine schmale *elastica* (Fig. 5 *e*), die sich ganz wie im jüngsten Stadium verhält.

An dem knorpligen Wirbelkörper lassen sich, wie auch GEGENBAUR erwähnt, deutlich zwei Schichten unterscheiden (*a* u. *b*). Die Zellen der inneren Schicht sind gleichfalls ringförmig um die *chorda* herum angeordnet, jedoch unterscheiden sie sich dadurch wesentlich von der innersten Schicht des jüngsten Stadiums, dass sie nicht mehr längsoval und mit ihrem Längsdurchmesser der *elastica* parallel angeordnet, sondern dass sie grösstentheils viereckig, mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht gegen die *chorda* gestellt sind und sich mehr oder weniger gegen dieselbe zuspitzen. Diese Zellen sind sehr gross, deutlich kernhaltig mit Kernkörperchen und sehr stark granulirt. Gegenüber den Zellen der äusseren Schicht zeichnen sie sich nicht mehr durch eine dunklere Färbung aus, vielmehr sind sie heller als letztere und haben auch mehr Zwischensubstanz zwischen sich. Der Uebergang dieser inneren Schicht in die äussere erfolgt auch hier allmählig, indem die Zellen sich unregelmässiger anordnen und kleiner und etwas dunkler werden. Gleichzeitig gestalten sie sich auch etwas unregelmässiger, sie sind theils dreieckig, theils unregelmässig viereckig, schöne, runde Kerne aber mit deutlichen Kernkörperchen lassen sich überall an ihnen wahrnehmen. Wir haben hier also ein Verhalten, wie es bei den Säugethieren besteht, nämlich dass die Zellen von der *chorda* gegen die Peripherie des Wirbels an Grösse und regelmässiger Anordnung ab-, an Färbung dagegen zunehmen. Ob nun aber wie bei den Säugethieren, so auch hier die innerste Zellenpartie den chordalen Wirbelkörper ausmacht, wage ich nicht zu entscheiden, dazu bedarf es noch genauerer Untersuchungen, man muss verfolgen, in welchem Verhältniss sie zu der ursprünglich ringförmig um die *chorda* abgelagerten Schicht, dem chordalen Wirbelkörper, steht. Die Ausdehnung dieser inneren Schicht ist nicht im ganzen Wirbel dieselbe, vielmehr ist sie in der Längenmitte des Wirbels, wo ihre Zellen zugleich am grössten

sind, am beträchtlichsten. Gegen die Wirbelenden nimmt sie an Mächtigkeit, so wie auch ihre Elemente an Grösse und Aufhellung ab, um schliesslich in eine rundliche, dunklere Zellenmasse überzugehen, deren Elemente klein und dicht zusammengedrängt sind. Am Ende der Wirbel lassen sich keine zwei Schichten mehr unterscheiden, vielmehr sind die Zellen in der ganzen Dicke an Gestalt und Anordnung einander fast gleich, nur dass gegen die Peripherie zu eine geringe Grössenabnahme stattfindet und die Färbung etwas dunkler wird.

Ich bin der Ansicht, dass man jene ringförmig angeordnete, grosszellige innere Knorpellage des Wirbelkörpers nicht als chordalen Wirbelkörper ansehen darf, vielmehr glaube ich, dass das Eintreten dieser Veränderung im Innern des Wirbels nur ein Symptom der bevorstehenden Verknöcherung ist, d. h. ein Vorstadium derselben. Haben nämlich diese Zellen eine bedeutende Grösse erreicht, so sind sie keines weiteren Wachsthums fähig, es geht nun ein anderer Process mit ihnen vor, und zwar wird durch Aufnahme von Kalksalzen die Verknöcherung eingeleitet. Für ein solches Verhalten spricht entschieden der Umstand, dass wir nach begonnener Verkalkung (Fig. 6 u. 7) in der Nähe derselben die Zellen stets sehr gross, sehr hell, stark granulirt und mit deutlichem runden Kern und Kernkörperchen versehen finden, ganz ebenso, wie wir es bei dieser inneren Schicht antreffen. Schon die Dickendifferenz dieser Schicht im Verlaufe des Wirbels spricht dafür, dass man sie nicht als identisch mit dem chordalen Wirbelkörper ansehen darf. Das Perichondrium ist in diesem Stadium ziemlich stark, seine Zellen sind spindelförmig, dicht zusammengedrängt und setzen sich scharf gegen den knorpligen Wirbel ab.

Was nun die Intervertebralräume betrifft, so zeigen dieselben ein ähnliches Verhalten wie im jüngsten Stadium. Die kleinen Zellen liegen dicht neben einander, lassen nur wenig Zwischensubstanz zwischen sich und sind dunkel gefärbt. Auch ihre Gestalt und Anordnung ist wie im jüngsten Stadium, nur die der *chorda* zunächst gelagerten Zellen sind nicht ringförmig angeordnet, sondern liegen unregelmässig durch einander und sind etwas aufgelockert. Auf letzteres komme ich später wieder zurück.

Gehen wir jetzt zu den Kreuz- und Lendenwirbeln über, so gestalten die Verhältnisse des Wirbelkörpers sich nicht wesentlich anders, abgesehen davon, dass die Verknöcherung an letzteren im Entstehen begriffen ist. Die *chorda* zeigt gleichfalls intervertebrale Einschnürungen. Die Intervertebralräume dagegen haben sich ganz anders gestaltet, wir finden nicht mehr diese massenhafte Zellanhäufung vor, vielmehr sind sie am Sakraltheile kaum noch durch eine geringe Ver-

dichtung der Zellen angedeutet. Der Sakraltheil zeichnet sich schon früh durch eine geringe Differenzirung der intervertebralen Stücke aus (GEGENBAUR), er bleibt auch, entsprechend der späteren vollständigen Verwachsung der Wirbel unter einander, auf einer niederen Stufe stehen. Die ursprüngliche starke Zellwucherung, die wir am 6. Tage noch sehr stark sehen, dient dazu, das Längenwachsthum der Wirbel zu vermitteln. Ein ähnliches Verhalten, wie hier im Intervertebralraum, sehen wir auch an den Halswirbeln. Die starke Zellanhäufung, die, wie erwähnt, die Grenze zwischen den beiden Querfortsätzen und dem *processus costalis* bildet, verschwindet mit dem weiteren Wachsthum der Wirbel auch fast ganz.

An den Hals- und Brustwirbeln endlich ist die Entwicklung der Wirbel am weitesten vorgeschritten. Die *chorda* ist weit schwächer als am Schwanze und besitzt, was auch GEGENBAUR erwähnt, eine dreifache Einschnürung, die stärkste im Intervertebralraum und zwei schwächere an den Wirbelenden (Fig. 6 u. 7). Ursache hiervon sind starke Wucherung der Zellen, die sich im Intervertebralraum leicht erklärt, schwieriger dagegen an den Wirbelenden. In Folge dieser Wucherung der umliegenden Knorpelzellen sind die Elemente der *chorda* an den eingeschnürten Stellen stark zusammengedrängt und gleichen mehr einer Detritusmasse. Mässig gut erhalten, wenn auch klein, sind sie noch in der Mitte des Wirbels, wo die *chorda* am stärksten ist. Dem entsprechend ist sie auf Querschnitten, die durch die Mitte des Wirbels gelegt sind, auch noch fast rund oder leicht oval mit längster senkrechter Achse, gegen das Ende der Wirbel und in den Intervertebralräumen fand ich sie nicht, wie GEGENBAUR angiebt, platt und bandartig, sondern von wechselnder Gestaltung, und zwar meistens ganz dreieckig, selten wie GEGENBAUR sie beschreibt. Einmal sah ich sie an der vorderen Brustwirbelsäule in der Nähe des Intervertebralraums platt mit längster horizontal liegender Querachse. Die Gestalt der *chorda* ist durch die ungleich starke Wucherung der anliegenden Zellen bedingt, sie wird daher, wie zu erwarten, nicht im Verlaufe der ganzen Wirbelsäule dieselbe sein können.

Die Intervertebralräume verhalten sich an den Hals- und Brustwirbeln im Allgemeinen noch wie an den Schwanzwirbeln, nur findet sich um die *chorda* herum eine starke Auflockerung und Aufhellung der Zellen, die mit der weiteren Entwicklung der Wirbel noch stärker wird (Fig. 8 *C C*). Diese Thatsache hat zuerst G. JAEGER[1]) näher gewürdigt und für die Vögel bewiesen, dass aus diesen Auflockerungen die *ligg. suspensoria* hervorgehen. Gleichzeitig demonstrirte er die

[1]) Berichte der k. k. Akademie. Wien 1858. Bd. 33.

Identität der *ligamenta suspensoria* mit dem *nucleus pulposus* der Säugethiere. Von letzterem haben auch wir in unserer früheren Arbeit behauptet, dass er aus einer Zellauflockerung um die *chorda* herum hervorgehe und nicht ein Umwandlungsproduct der letzteren sei, wie man früher allgemein annahm. Die *chorda* geht vielmehr wie bei den Säugethieren, so auch bei den Vögeln im Intervertebralraum gänzlich zu Grunde. Hierüber kann gar kein Zweifel sein, denn dass sie wenigstens normal nicht mit zur Bildung der *ligg. suspensoria* verwendet wird, ersieht man daraus, dass sie selbst da, wo sie nur noch als ganz feiner Strang durch den Intervertebralraum hindurchzieht, durch eine deutliche *elastica* von den umliegenden Knorpelzellen getrennt ist. Dagegen glaube ich nicht, dass wie bei den Säugethieren so auch bei den Vögeln diese Zellauflockerung um die *chorda*, die später zum *lig. suspensorium* wird, den ganzen chordalen Wirbelkörper repräsentirt, ihrer Ausdehnung nach kann sie vielmehr nur ein Theil desselben sein. Dies müssen spätere Untersuchungen genauer feststellen. Die *ligg. suspensoria* sind den Vögeln eigenthümliche Bänder, die zwischen je zwei Wirbelenden in den Gelenkhöhlen ausgespannt sind, etwas Aehnliches findet sich nur bei manchen Reptilien, wie denn die Vögel sich in Bezug auf die Verwendung der Intervertebralknorpel sehr eng an letztere anschliessen, besonders an die Crocodile. Ueber die Verwendung der *chorda* im Wirbelkörper stimme ich mit Gegenbaur, der sie in Knorpelgewebe übergehen lässt, vollkommen überein.

Die Verknöcherung war, wie erwähnt, in diesem Stadium eingetreten und ziemlich weit vorgeschritten, nur in den Sakral- und Schwanzwirbeln fehlte sie noch. Die grösste Ausdehnung hatte sie in den Halswirbeln, wo sie auch zuerst auftritt, nach Gegenbaur um den 12. Brüttag. Sie tritt zunächst in der Längenmitte des Wirbelkörpers, und zwar meistens central (Fig. 6 u. 7 *v*), seitlich von der *chorda*, auf, doch nicht dicht an der *elastica*, sondern von ihr durch eine Reihe grosser, heller, ringförmig angeordneter Zellen getrennt. Ich sage die Verknöcherung tritt meistens central ein, denn einmal sah ich an einem der ersten Halswirbel einen peripherischen Verkalkungspunkt, ein centraler existirte nebenbei nicht. Dass die centralen und peripherischen Knorpelpartien beide einen selbständigen Knochenpunkt haben, kommt nach meiner Erfahrung nicht vor, ich glaube auch nicht, dass je eine derartige Beobachtung gemacht ist. Von dem Centrum breitet sich die Verkalkung dann rasch weiter gegen die Peripherie des Wirbels aus, und zwar am schnellsten an den letzten Halswirbeln. Die der Verkalkung zunächst liegenden Zellen zeigten stets dasselbe Verhalten wie jene grossen, hellen Zellen, die, wie erwähnt, am Schwanze den Kern des Wirbels ausmachen, auch hier werden sie stark granulirt und sind mit

schönem runden Kern und Kernkörperchen versehen (Fig. 6 u. 7). Die Verknöcherung schreitet jedoch von dem ursprünglichen Verknöcherungspunkt nicht gleichmässig nach allen Richtungen fort, vielmehr dringt sie zunächst um die *chorda* herum bis etwa zum ersten und letzten Viertel der Wirbellänge vor und geht an dieser Stelle rascher gegen die Peripherie des Wirbels vor als in der Mitte des Wirbels. Hier an diesen Stellen, wo der Verkalkungsprocess sich zunächst begrenzt, finden sich auch die Einschnürungen der *chorda.* Möglich ist, dass hier entsprechend dem schnelleren Umsichgreifen der Verkalkung vorher auch eine stärkere Wucherung der Knorpelzellen statthat und dadurch die Einschnürungen entstehen. Zu erwähnen ist noch, dass besagte Einschnürungen nur an den Hals- und Brustwirbeln vorkommen. Die Bogen verknöchern selbständig.

Betrachten wir schliesslich noch ein 2 Tage älteres Stadium, so schliessen sich die Befunde sehr eng an das vorhergehende Stadium an, nur ist die Verknöcherung bedeutend vorgeschritten und fehlt nur noch an den Schwanzwirbeln. Das einzige, was in Betreff der Wirbelkörper etwa noch erwähnenswerth ist, ist, dass die Vergrösserung und Aufhellung der Knorpelzellen an den Schwanzwirbeln sich fast über die ganze Ausdehnung der 2 inneren Viertel der Wirbel und zwar bis zur Peripherie erstreckt, eine gewisse Grössenabnahme erfolgt allerdings gegen die Peripherie zu. Die Intercellularsubstanz ist in dieser hellen Knorpelpartie sehr reichlich. Die Zellen, die die Wirbelenden constituiren, sind in Längsreihen, die der Trennungslinie des Wirbels vom Intervertebralraum entspricht, angeordnet. Sie sind weit kleiner und dunkler.

Die *chorda* ist in diesem Stadium an einigen Halswirbeln schon fast vollständig abgeschnürt, und zwar beginnt die Abschnürung meistens früher im Intervertebralraum als an den Wirbelenden, obwohl auch Ausnahmen vorzukommen scheinen. Gegen den Schwanz zu nimmt die Stärke der Einschnürungen successive ab. Die Gestalt der *chorda* an letzteren Partien zeigte sich auch durchaus nicht überall gleich, im Gegentheil war sie sehr verschieden, doch überwog die dreieckige, bandartig sah ich sie nirgends, nur am Schwanze hatte sie die Form eines gleichseitigen Dreiecks mit kleiner Basis und abgerundeten Ecken.

Der wichtigste Vorgang, der in diesem Stadium eingetreten war, ist, dass es hier an der Hals- und Brustwirbelsäule zur Bildung von Gelenken gekommen war. Am Sakraltheile war die intervertebrale Zellanhäufung vollständig geschwunden, an dem Schwanze dagegen bestand sie fort, hier kommt es auch ja nie zur Bildung von Gelenken, vielmehr gehen jene dichten Zellen später wie bei den Säugethieren in

einen *annulus fibrosus* (G. Jaeger) über. Ob dieser *annulus fibrosus* einen *nucleus pulposus* besitzt, weiss ich nicht, wenigstens wird der letztere, wenn vorhanden, nicht so ausgedehnt sein als bei den Säugethieren, denn die perichordale Zellauflockerung, aus der er hervorgeht, war am Schwanze wenig ausgesprochen. Es wäre allerdings möglich, dass sie in der weiteren Entwicklung noch stärker wird, darüber habe ich keine Untersuchungen anstellen können.

Die Wirbelgelenkbildung kommt dadurch zu Stande, dass in den Intervertebralräumen eine Auflockerung und Resorption von Zellen in bestimmten Richtungen vor sich geht. Je nachdem nun diese Zellresorption nur in einer oder in zwei hinter einander liegenden Lagen stattfindet, kommt es zur Bildung einer einfachen Gelenkhöhle, oder gleichzeitig eines Zwischenwirbelbandes, letzteres ist an den Halswirbeln der Fall. Die Zellresorption schreitet von der Peripherie gegen das Centrum vor, doch dringt sie nur bis zu jener perichordalen Zellauflockerung, dem späteren *ligamentum suspensorium*, vor. Letzteres bleibt auch mit dem Zwischenwirbelbande, wo es zur Bildung eines solchen kommt, in continuirlicher Verbindung, ein Verhalten, das nach G. Jaeger durchs ganze Leben fortbestehen soll. Auch das Perichondrium bleibt von der Gelenkbildung unberührt, es spannt sich somit von einem Wirbel direkt zum nächstfolgenden hinüber, und hängt continuirlich mit einem etwa vorhandenen Zwischenwirbelbande zusammen. Letztere zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Menisci am Kniegelenk, sie bestehen nämlich aus zwei seitlichen Hälften, die sich von aussen nach innen keilförmig zuspitzen. Barkow hat, so viel mir bekannt, ihre Existenz zuerst nachgewiesen und später G. Jaeger ihr Vorhandensein bestätigt und genauere Untersuchungen über ihr Vorkommen angestellt. Dass die Zwischenwirbelbänder aus zwei Menisci bestehen, lässt sich leicht durch senkrechte (Fig. 8) und horizontale Längsschnitte (Fig. 7) constatiren, natürlich bekommt man sie nur an letzteren zu Gesicht (*i*), vorausgesetzt, dass erstere Schnitte gerade durch die Mitte des Wirbels gemacht sind. Eine ähnliche Gelenkbildung findet auch bei den Crocodilen statt, so dass die Vögel sich darin eng an letztere anschliessen. Das *ligamentum suspensorium* soll bei ihnen durch einen starken Knorpelstrang repräsentirt sein.

Wenn meine Untersuchungen wegen Mangels an Material und Zeit leider auch sehr unvollkommen geblieben sind, so geht doch so viel daraus hervor, dass die Vögel sich allerdings eng an die Reptilien anschliessen, doch auch in mancher Beziehung schon höher differenzirt sind als diese und einen Uebergang zu den Säugethieren bilden. Habe ich auch nicht viel Neues zu Tage gefördert, so hat meine Arbeit doch vielleicht

den Erfolg, dass neue Untersuchungen durch sie angeregt und tüchtigere Kräfte zu umfangreicheren Resultaten kommen.

Am Schlusse dieser Arbeit komme ich noch der angenehmen Pflicht nach, Herrn Dr. HASSE, der bereitwilligst für die Herbeischaffung des Materials sorgte und auch sonst mir mit Rath stets zur Seite stand, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Halswirbel eines 5-tägigen Hühnerembryo. Querschnitt.
ch. chorda dorsalis.
e. elastica.
a. chordaler Wirbelkörper.
b. äussere, skeletbildende Schicht.
c. processus costarius.
d. Zellanhäufung zwischen letzterem und dem unteren Querfortsatze.
p. Perichondrium.

Fig. 2. Halswirbel desselben Embryo. Querschnitt.
Bezeichnung wie in Fig. 1.
f. platte, der *elastica* dicht anliegende Zellenreihe.

Fig. 3. Brustwirbel desselben Embryo. Verticaler Längsschnitt.
Bezeichnung wie oben.
i. Intervertebralraum.

Fig. 4. Schwanzwirbel desselben Embryo. Querschnitt.
Bezeichnung wie oben.

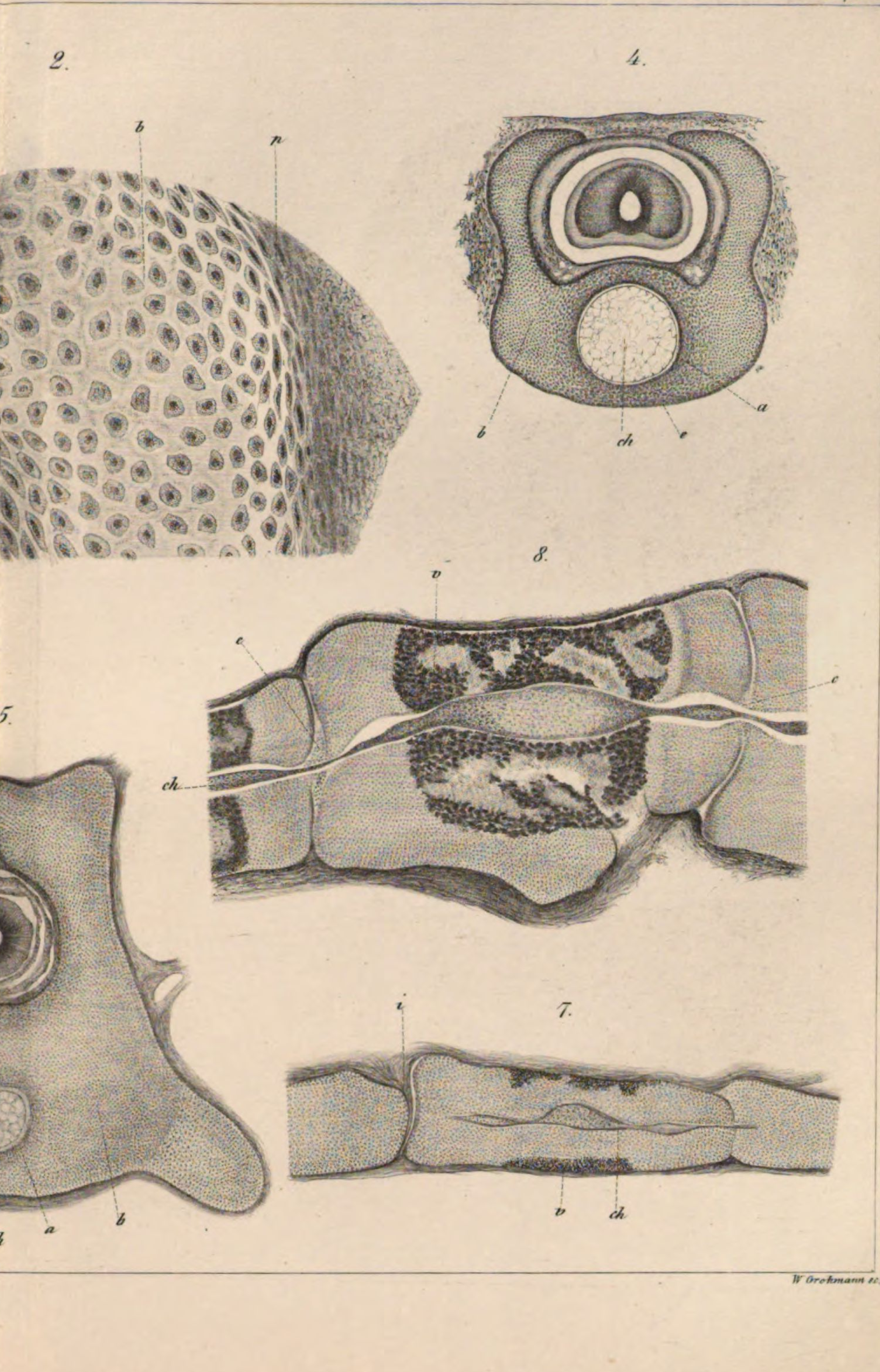
Fig. 5. Schwanzwirbel eines 9-tägigen Embryo.
Bezeichnung wie oben.
f. Querfortsatz.

Fig. 6. Halswirbel desselben Embryo. Horizontaler Längsschnitt.
ch. chorda dorsalis.
i. lig. intervertebrale.
v. beginnende Verknöcherung.

Fig. 7. Halswirbel desselben Embryo. Verticaler Längsschnitt.
Bezeichnung wie in Fig. 6.

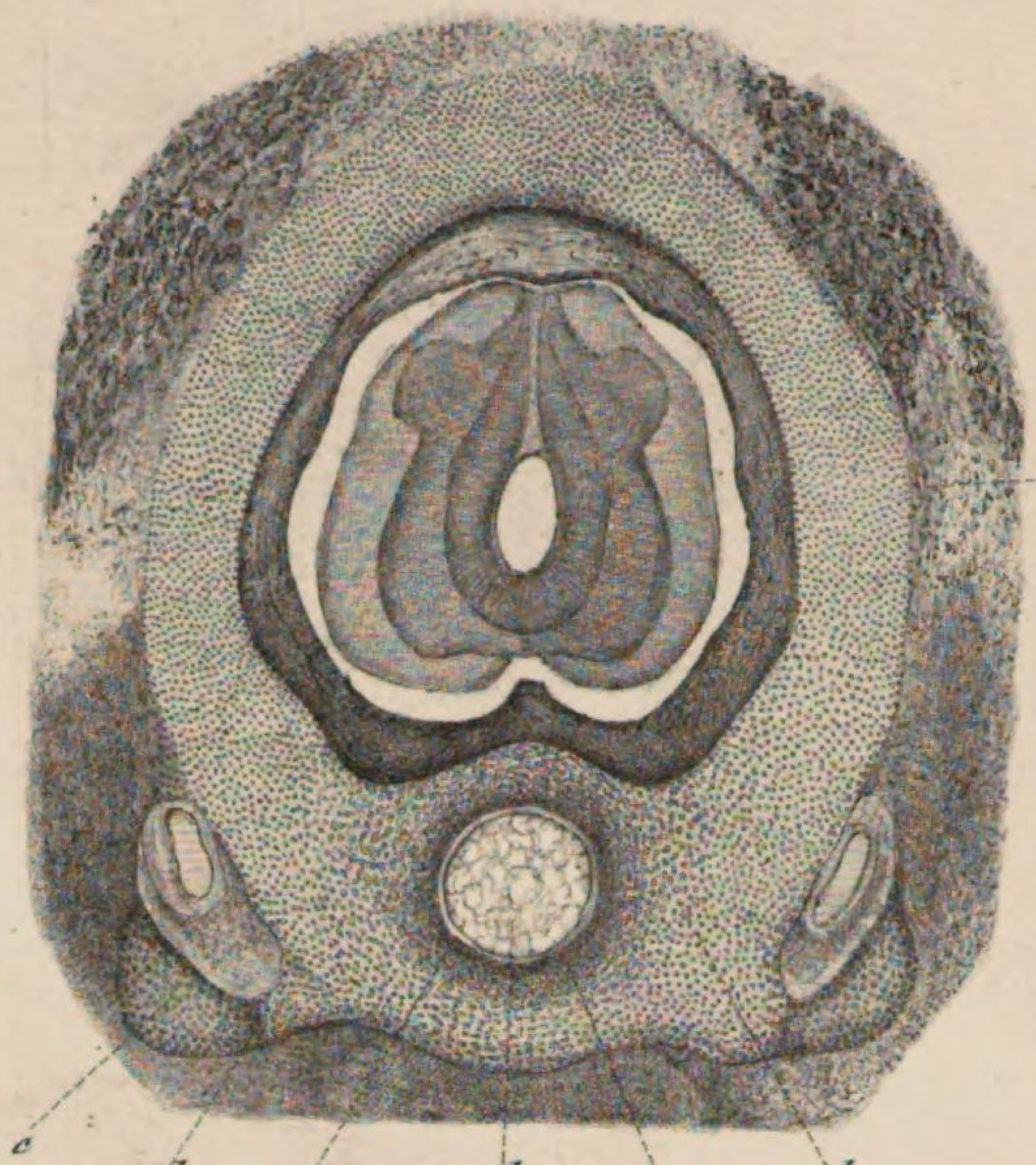
Fig. 8. Halswirbel eines 12-tägigen Embryo. Verticaler Längsschnitt.
c. Zellauflockerung um die *chorda* herum.
Die übrige Bezeichnung wie in den beiden letzten Figuren.

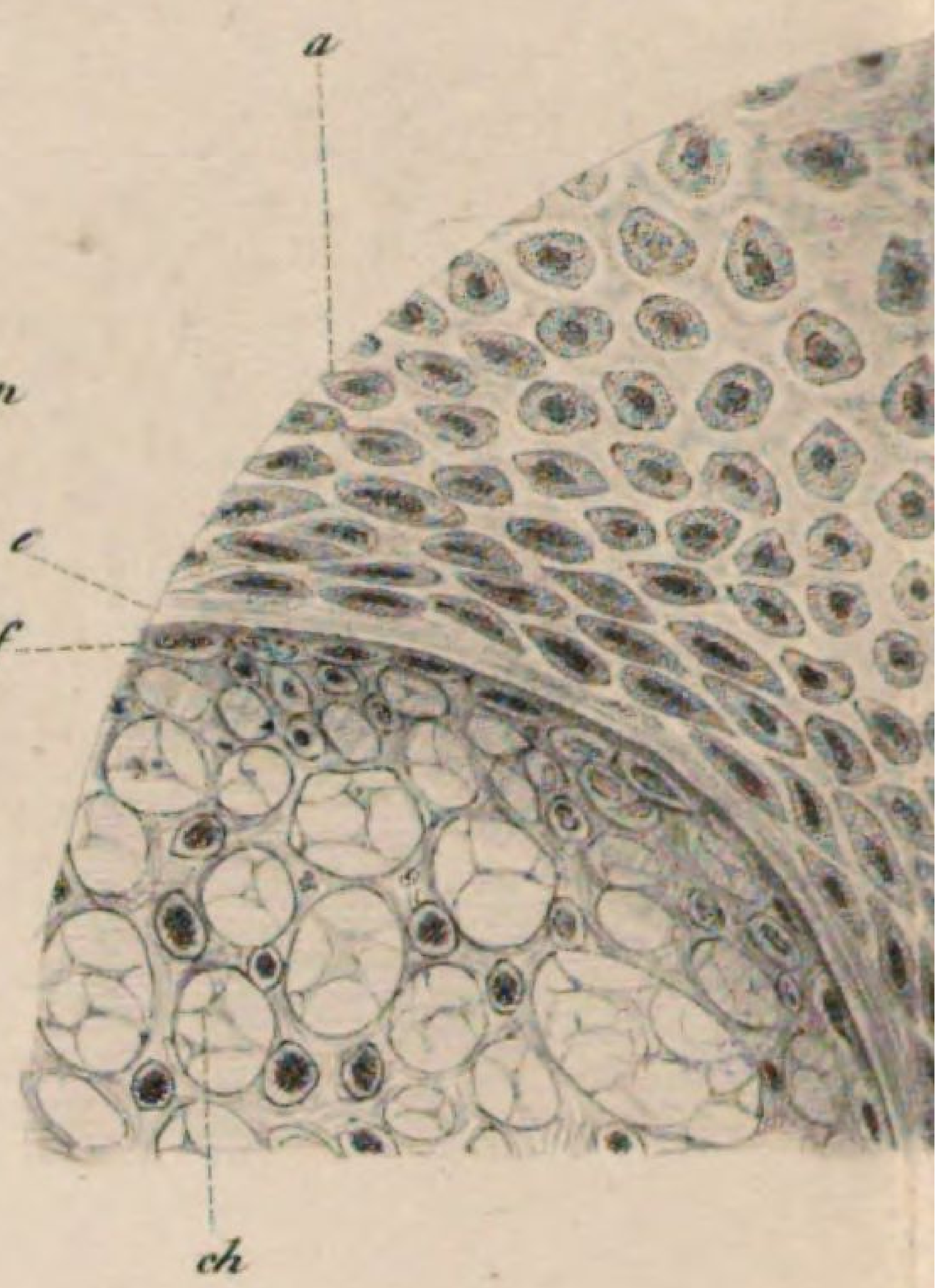
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

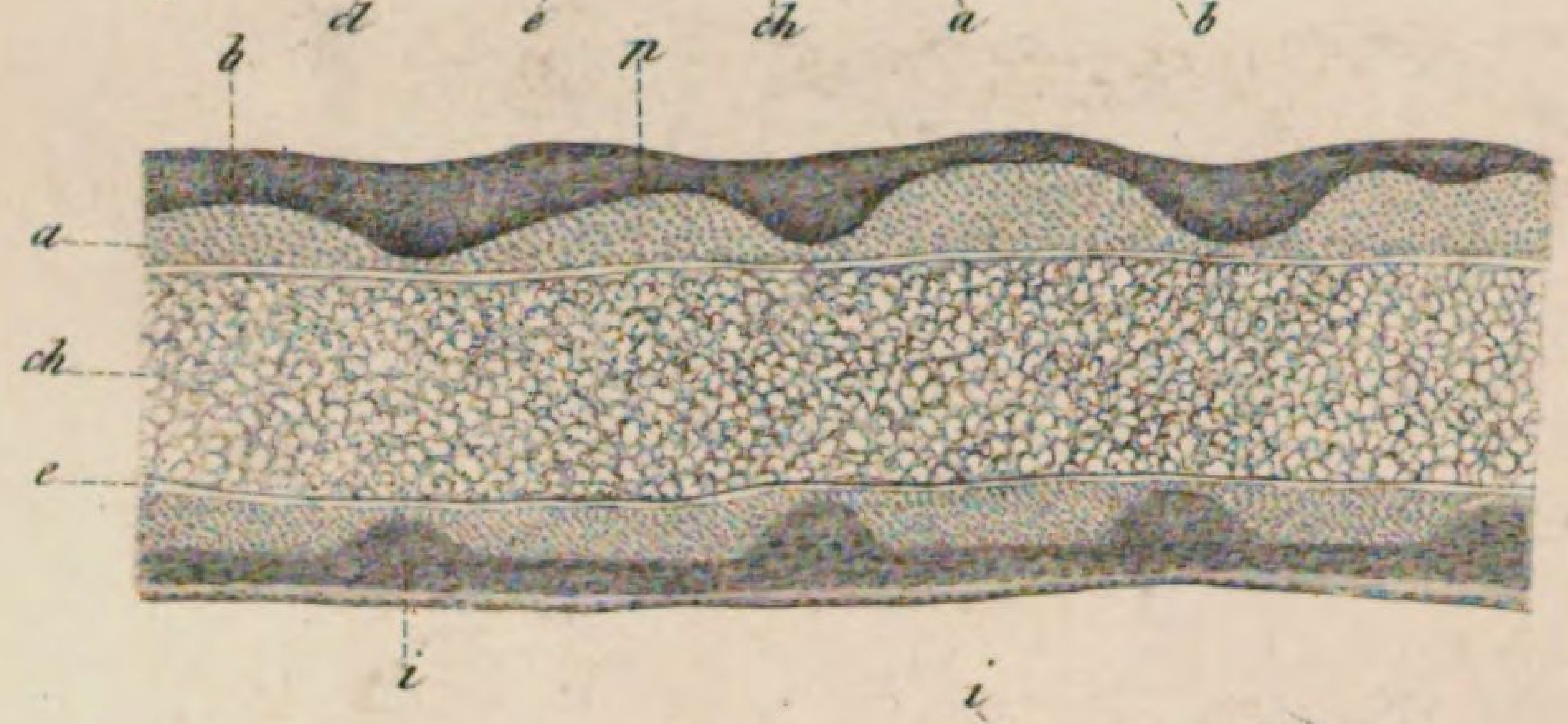


W Grohmann sc.

1.



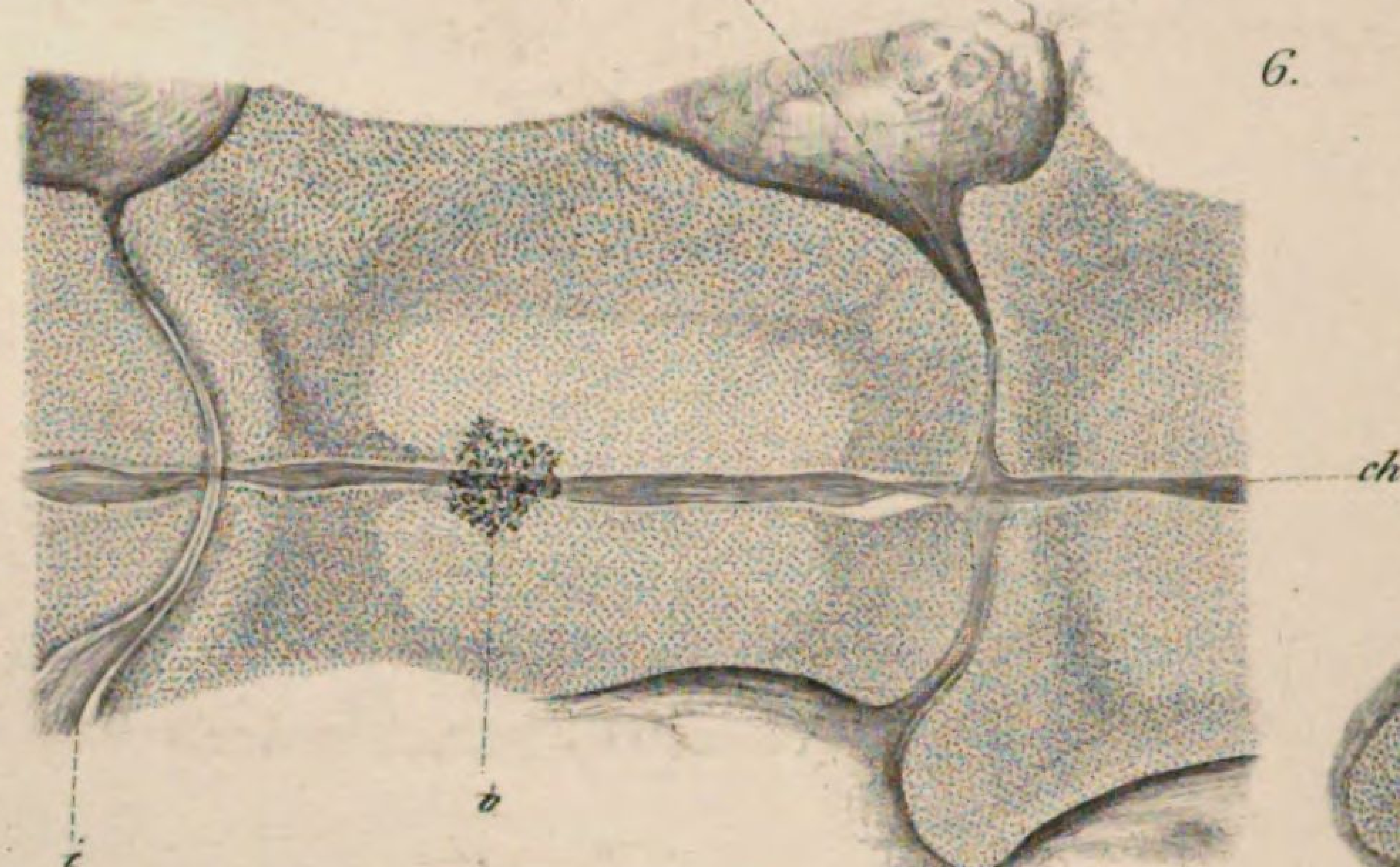


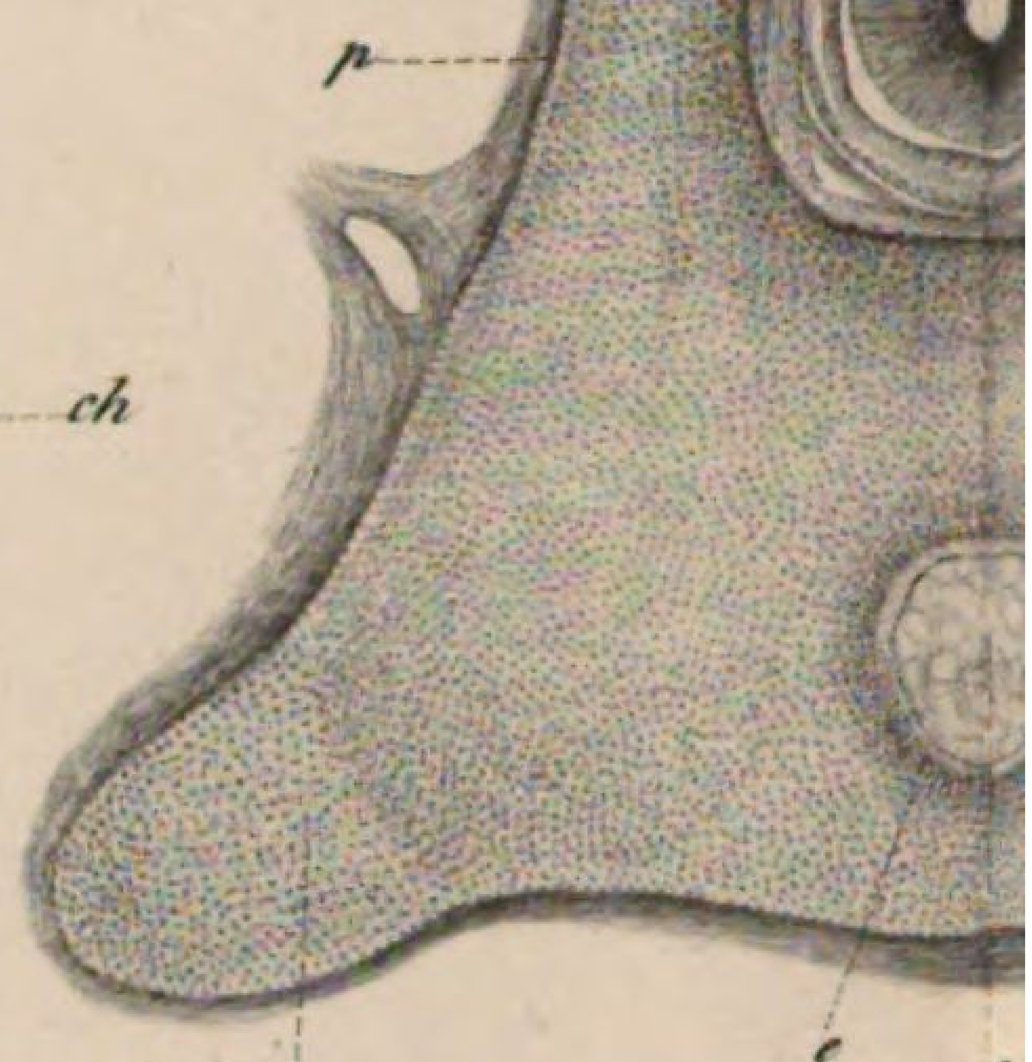


3.

5.

6.





Rabus del.

XIV.

Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafeln XXVII. XXVIII.

Bei meinen Untersuchungen über das Gehörorgan der Fische, die mit Bezug auf die Morphologie eine wesentliche Stütze in den classischen Untersuchungen E. H. WEBER's [1]) und in denen von BRESCHET [2]) fanden, wurde ich auf ein Verhalten des von WEBER zuerst bei den *Cyprinoiden* beschriebenen *sinus impar* aufmerksam, das in Widerspruch mit den bisher gültigen, von ihm begründeten Anschauungen stand. Ich vermochte denselben bei *Cyprinus carpio* und *orfus* nur als eine quer vor der knöchernen Deckplatte des *cavum sinus imparis* gelegene, kurze Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis* zu constatiren und es gelang mir nicht, eine Fortsetzung derselben bis an das *atrium sinus imparis*, der Stelle der Einfügung der mit der Schwimmblase in Verbindung stehenden, sogenannten Gehörknöchelchen zu entdecken. Auf Grund dieses Befundes wagte ich es, einige bescheidene Zweifel an die Richtigkeit der Deutung des Knöchelchenapparates der Schwimmblase als Gehörknöchelchen zu äussern und denselben dagegen eine Function zu vindiciren, die ich dahin präcisirte, dass wir es möglicherweise mit einem Apparate zu thun hätten, der im Stande wäre, direct den Fischen den Füllungszustand und die Ausdehnung der Schwimmblase zum Bewusstsein zu bringen, um danach entweder den Grad des Steigens oder Fallens zu bemessen und somit den Druck der auf dem Körper lastenden Wassersäule zu vermindern oder zu vermehren, oder die Luft durch die Mundhöhle entweichen zu lassen. Die Thatsache, auf die ich diese Hypothese

1) De aure animalium aquatilium. 1820.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'oüie des poissons. 1838.

stützte, bestand darin, dass bei der Ausdehnung der Schwimmblase durch den Druck des als *stapes* bezeichneten Knochens, ein Druck auf die im *atrium sinus imparis* befindliche lymphatische Flüssigkeit ausgeübt würde, der sich dann durch die im *cavum sinus imparis* befindliche auf die *basis cerebri* geltend macht. Diese von mir entwickelte Anschauung stellte ich jedoch nur als eine vorläufige hin, die erst durch weitere Untersuchungen eine Stütze oder eine Berichtigung erfahren müsste und ich konnte dieselbe auch schon aus dem Grunde nur als eine vorläufige hinstellen, da meine Beobachtungen sich nur auf einen Bruchtheil der mit einer Schwimmblase versehenen Fische erstreckten, während WEBER's Untersuchungen, die eine Bestätigung von Seiten der gleichzeitigen, ausgezeichneten Forscher BOJANUS[1]) und TREVIRANUS[2]), und später von BRESCHET[3]) nach allen Richtungen hin erfuhren, weit ausgedehnter sich über die verschiedensten Classen erstreckten.

Des Unzureichenden meiner eigenen Untersuchungen mir wohl bewusst, habe ich mich, sobald es meine Zeit erlaubte, bestrebt, die Lücken auszufüllen und weitere Erfahrungen zu sammeln, und um so mehr, da E. H. WEBER mit dankenswerther Freundlichkeit mich brieflich aufforderte, die Beobachtungen thunlichst bald wieder aufzunehmen und zugleich an der Hand seiner reichen Erfahrungen die Lücken aufdeckte. Ich erlaube mir hiermit dem hochbetagten Forscher für seine freundliche Aufmerksamkeit meinen innigsten Dank abzustatten. Dieselbe war mir ein Sporn zur Anwendung der äussersten Sorgfalt, die um so nöthiger, da es sich um eine Ansicht handelte, die von sämmtlichen Forschern adoptirt sich unbestrittene Geltung erworben hat und auch verdient, da sie auf einer Arbeit basirt, deren sich wenige, was Feinheit der Beobachtung und Sicherheit in den Schlussfolgerungen betrifft, an die Seite stellen können.

Von vorn herein gegen meine Ansicht, dass die Schwimmblase keine wesentlichen Beziehungen zum Gehörorgane besässe, sprechend, musste das Verhalten bei den *Clupeiden* erscheinen, bei denen ja E. H. WEBER und nach ihm vor allen Dingen BRESCHET nachgewiesen, dass dasselbe dem vorderen Ende der Blase ohne Vermittelung von Knöchelchen angelagert sei. Ich bin daher vor allem anderen bemüht gewesen, das nähere Verhalten der Schwimmblase zu dem Gehörapparate bei diesen Thieren zu ergründen und habe mich zu dem Ende *Clupea harengus* und *alosa* bedient, ausserdem aber auf's Neue *Cyprinus carpio* und *orfus* und vor allem auch die so sehr interessanten Schlammpaitzger,

1) Isis 1821.
2) Göttinger gelehrte Anzeigen. 1821.
3) l. c.

Cobitis fossilis und *barbatula*, untersucht. Sehr bedaure ich, dass *Sparus* mir nicht zu Gebote gestanden.

Um nun gleich das Resultat, zu dem ich gekommen, voranzustellen, so habe ich gefunden, dass ein *sinus impar* in der Weise, wie E. H. WEBER und die Forscher, die nach ihm untersucht (TREVIRANUS, BOJANUS, BRESCHET), bei den *Cyprinoiden* und *Cobitis fossilis* und *barbatula* angenommen, nicht existirt, sondern ich habe das Verhalten wie früher gefunden. Somit ist es mir auch nicht gelungen, das Herantreten des *sinus* an das *atrium sinus imparis*, den Ort der Einfügung der Knöchelchen der Schwimmblase zu bestätigen. Ferner habe ich mich auch bei den *Clupeiden* von der Anlagerung des Gehörorganes an das vordere Ende der Schwimmblase nicht überzeugen können, und eben so wenig von der queren Verbindung desselben mit dem der anderen Seite an der Schädelbasis, sondern es findet sich zwischen beiden, ähnlich wie bei den *Cyprinoiden*, zwischen *atrium sinus imparis* und den Knöchelchen der Schwimmblase einerseits und andererseits dem *sinus impar*, ein eigenthümlicher Lymphraum. Ich glaube mich daher berechtigt, vor allem bei denjenigen Thieren, die wie die *Cyprinoiden* und *Cobitis* die Reihe der Knöchelchen besitzen, an meiner früher geäusserten Hypothese festhalten und die ausschliessliche Function derselben als Gehörknöchelchen in Zweifel ziehen zu dürfen, jedoch halte ich mich nach den Untersuchungen, namentlich bei den *Clupeiden*, nicht durchaus für berechtigt, jede Beziehung der Schwimmblasse zum Hören zu negiren. Dieselbe halte ich aber bis auf Weiteres für untergeordneter Natur.

Stehen nun so meine Resultate mit Bezug auf das Gehörorgan mit den seit E. H. WEBER gültigen Ansichten in Widerspruch, so schätze ich mich auf der anderen Seite glücklich, demjenigen, was er über die Schwimmblase und den Knöchelchenapparat derselben kennen gelehrt, wie alle übrigen Forscher bis auf wenige Puncte vollkommen beistimmen zu können, und je eingehender ich mich mit dem Gegenstande beschäftigte, desto mehr wuchs meine Hochachtung vor einem Forscher, der auf diesem, wie auf so manchem anderen schwierigen Gebiete für alle Zeiten Dauerndes geschaffen und seinem Jahrhundert vorangeleuchtet.

Wenden wir uns zunächst zu den Verhältnissen der Schwimmblase bei *Cyprinus carpio* und *orfus*, die sich, wie ich gefunden, in Nichts von einander unterscheiden, so wüsste ich, was Form, Lage und Verbindung der beiden Abtheilungen unter einander und zu dem Nahrungstractus, ferner, was die Zusammensetzung derselben betrifft, nichts Neues dem hinzuzufügen, was vor allem seit WEBER's genauen Untersuchungen bekannt. Es möchte nur vielleicht von Interesse sein, etwas näher die Verbindung der Schwimmblase mit dem Knöchelchenapparate in's Auge zu fassen und namentlich das Verhältniss des *peritoneum* zu derselben

eingehender zu betrachten. Namentlich mit Bezug auf Letzteres glaube ich einiges Neue und von WEBER's Darstellung Abweichendes beibringen zu können.

Bekanntermassen unterscheidet man an der Schwimmblase eine stärkere fibröse *tunica externa* (Taf. XXVII Fig. 1 *e*) und eine zartere *interna* (Taf. XXVII Fig. 1 *f*), welche erstere namentlich in der vorderen Abtheilung derselben in einem lockeren Zusammenhange mit der letzteren steht. Dies ist jedoch nicht überall der Fall. An dem vorderen Ende der Blase, welches sich an die hintere Fläche der gewöhnlich bei *orfus* zu einer dreiseitigen, unter dem fünften Wirbel senkrecht stehenden Platte vereinigten Fortsätze des dritten Wirbels (Taf. XXVII Fig. 2 *a*), die nur in der Mittellinie durch eine Naht ihre Zusammensetzung aus zwei Hälften zeigt, anlegt, findet eine innige Vereinigung der beiden Häute und zwar in der Mitte der Platte statt. Diese besitzt zuweilen, jedoch nicht immer, eine runde Oeffnung (Taf. XXVII Fig. 2 *a*) und an dieser Stelle sieht man an der Innenwand der Schwimmblase, als Ausdruck der Verdickung der Wandung einen weissen, rundlichen Fleck (Taf. XXVII Fig. 1 *g*). Diese beruht, abgesehen von der Vereinigung der beiden Häute der Schwimmblase, auf einer innigen Verbindung der äusseren Haut mit der Mitte der Knochenfläche, resp. den Rändern des Loches. Diese vorne zur Befestigung der Schwimmblase dienende Knochenplatte entsteht also durch die Vereinigung der Hämapophysen des dritten Wirbels, die anstatt wie die übrigen bogenförmig gekrümmt, abwärts zu verlaufen und ohne eine Gliederung in *spinae haemales* oder Rippen und seitliche Fortsätze, eigentliche Hämapophysen zu zeigen, an der Seitenfläche des Wirbelkörpers entspringen (Fig. 3), nach hinten abwärts von den Hämapophysen und Rippen des vierten Wirbels sich erstrecken, unter diesen (Fig. 2, Fig. 3 *d*) einen einer Rippe ähnlichen Fortsatz bogenförmig gekrümmt abwärts schicken, um sich dann, wie gesagt, unter dem fünften Wirbel zu vereinen. Während der Kreuzung mit der vierten Rippe werden sie mit dieser durch Bandmassen vereinigt (Fig. 2). Ausser dieser Anheftung des vorderen Endes der Schwimmblase kommt dann noch zu beiden Seiten der Basis der dreieckigen Platte die Verbindung derselben mit der Spitze der modificirten Hämapophyse des zweiten Wirbels, speciell des *malleus* (Fig. 2 *b*, Fig. 3 *d*) zu Stande. Diese, die wie die des dritten Wirbels unter die Hämapophyse des vierten, sowie unter die des folgenden (Fig. 2 *e*) nach hinten gekrümmt erscheint, heftet sich mit ihrer nach innen gekrümmten Spitze nach aussen von der Befestigungsplatte an die *tunica externa* der Schwimmblase an, ist in die Fasermasse derselben eingesenkt und hebt sie ein wenig trichterförmig in die Höhe. Sie folgt jeder Bewegung derselben, und da sie mittelst des *processus articularis mallei* (WEBER) an der Seitenfläche des Wirbelkörpers articulirt, so dreht

sie sich um ihn als Hypomochlion, so dass dieselbe nach aussen und innen Excursionen zu machen im Stande ist.

Ausser diesen Befestigungsmitteln der Schwimmblase haben wir noch das *peritoneum* in Betracht zu ziehen, das wenigstens an der vorderen Hälfte der Schwimmblase, auf die ich vorzugsweise Rücksicht genommen und die ja auch, wie K. E. v. BAER wahrscheinlich gemacht, einen ganz anderen Entwicklungsmodus wie die hintere hat und somit genetisch von ihr geschieden ist, dieselbe vollkommen einhüllt. Bei den von mir untersuchten *Cyprinen* habe ich nie gesehen, dass, wie GEGENBAUR in den meisten Fällen anzunehmen scheint, nur die untere Fläche bedeckt ist. Ich schliesse mich demnach vollkommen E. H. WEBER an, wenn er sagt: »*omnem vesicam peritoneum involvit*«. Es bedarf jedoch dieses Verhalten einer näheren Ausführung. Das die Wände des Bauches bekleidende *peritoneum*, das zuweilen auf seiner Innenfläche eine stark pigmentirte Lamelle zeigt und ein vielfach unterbrochenes *mesenterium*, als feine durch den Bauchraum gespannte Fäden zu den übrigen Eingeweiden, namentlich den Darm schickt, spaltet sich (Fig. 1 *cd*) an der Mitte der Seitenflächen der Schwimmblase in zwei Blätter, von denen das untere, stärkere mit der Pigmentlamelle über den unteren Theil der Seitenwand und über die Unterfläche der Blase zieht und nur locker mit der *tunica externa* verbunden ist, während das obere den oberen Theil der Seitenwand und die Oberfläche einerseits, die an der Bauchfläche der Wirbel gelegenen Theile, Gefässe (Fig. 1 *h*), ferner Rippen, Muskeln und die daran gelagerten Intercostalnerven andererseits überzieht. Dieses Blatt ist sehr zart, und namentlich auf der Mitte der Rückenfläche der Blase inniger mit der *tunica externa* verbunden. Umschliessen nun diese beiden Blätter des Bauchfelles als dicht anliegende Hülle den grössten Theil der vorderen Schwimmblase, so sehen wir dagegen, wie im Bereiche der vierten und fünften Rippe, am vorderen Ende der Schwimmblase, lateralwärts vom Rande der Befestigungsplatte, unterhalb der Spitze des *malleus* das obere Blatt von der *tunica externa* sich abhebt und dann auf der oberen Fläche des *malleus* unter der Hämapophyse des dritten Wirbels weiter nach vorne zieht. Dieser von der Schwimmblase abgehobene Theil des oberen Bauchfellblattes erscheint äusserst zart und lässt sich beim Präpariren des ventralen Endes des *malleus* nur schwer von den Intercostalräumen aus zu Gesicht bringen. Der Raum, der somit (Fig. 1) zwischen dem *peritoneum* und dem vorderen Ende der Schwimmblase, zu beiden Seiten der Befestigungsplatte der *vesica*, unter und hinter der Spitze des *malleus* besteht und der nur als eine Erweiterung des perivesicalen, von der Peritonealhülle gebildeten, capillaren Raumes anzusehen ist, der dann wieder durch Lücken im Bauchfelle mit dem *cavum abdominis* überhaupt in Verbindung steht, zeigt sich von einem ölhalti-

gen Gallertgewebe erfüllt, wie wir solches von der Schädelhöhle und aus der Gehörkapsel der Fische kennen. Dieses war dort Ausfüllungsmasse des epi- oder pericerebralen Lymphraumes. Schon diese äussere Aehnlichkeit des Gewebes musste den Gedanken nahe legen, dass wir es auch hier mit einem dem Lymphgefässsysteme zugehörigen Raume, einem *saccus lymphaticus vesicae* zu thun haben und ich richtete nun mein Augenmerk vorzugsweise auf die Verbindung dieses Raumes mit anderen, die man mit Fug und Recht als lymphatische zu bezeichnen im Stande ist.

Eine solche Verbindung nachzuweisen, gelingt nun in der That und es weist darauf das Herantreten des oberen Bauchfellblattes an die Oberfläche des ventralen Theiles des *malleus* hin, im Zusammenhalt mit den Beziehungen, die die von Weber sogenannte *fossa auditoria*, auf die ich alsbald zu sprechen komme, zur oberen Fläche dieses Knochens zeigt. Das *peritoneum* setzt sich in die Wand dieses Raumes, freilich unter Veränderung seiner Textur fort und so finden wir denn, dass der Hohlraum der *fossa auditoria* oberhalb des hinteren Theiles des *malleus* in Verbindung mit dem Lymphsacke der Schwimmblase steht und dass das ölhaltige Zellgewebe dieses eine Fortsetzung des gleichen Gewebes im Raume der *fossa auditoria* ist. Somit bedarf nach meiner Ansicht die Behauptung von Weber, dass der *liquor oleosus* der *fossa auditoria* nicht in den Bauchraum abfliessen kann, eine Modification. Es ist wohl richtig, dass eine directe Verbindung der *fossa auditoria* mit dem Bauchraume nicht vorhanden ist und somit die Flüssigkeit nicht aus dieser direct in jenen strömen kann, wohl aber kann man, meine ich, eine indirecte Verbindung in sofern statuiren, als wir ja wissen, dass das *peritoneum* nicht überall fest mit der *tunica externa* der Schwimmblase verbunden, sondern nur mehr oder minder locker angeheftet erscheint, so dass sich eine Flüssigkeit wohl zwischen beiden ausbreiten kann. Weiterhin könnte sie auch unter Umständen in den Bauchraum treten, da das *peritoneum*, wie mir scheint, constant, namentlich an der hinteren Hälfte der Schwimmblase, an der unteren Fläche Lücken zeigt. Ob nun freilich die Flüssigkeit unter gewöhnlichen Verhältnissen in der ganzen Ausdehnung des peritonealen Raumes sowohl der Schwimmblase, als des *cavum abdominis* sich ausbreitet, möchte wohl sehr in Frage stehen, wenn auch, wie gesagt, die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist. Sicher ist nur, dass der Inhalt der *fossa auditoria* seine Fortsetzung in dem Inhalte des *saccus lymphaticus vesicae* findet und ich kann mich, wenn auch die Communication sehr eng, dennoch nicht mit Weber einverstanden erklären, dass die Membran der *fossa* sich so innig an den *malleus* anlegt, dass der Raum derselben dadurch abgeschlossen erscheint.

Die *fossa auditoria* (Fig. 4 u. 5), zu deren Schilderung ich mich

jetzt wende, ist bereits von E. H. Weber auf die ausgezeichnetste und zutreffendste Weise geschildert worden. Es ist ein Hohlraum, der an der grossen Oeffnung des Schädels (Fig. 4, Fig. 5 *a*) zu beiden Seiten der Mittellinie des Hinterhauptes ausgehend sich nach hinten und abwärts zu beiden Seiten der Körper der ersten Wirbel, die Gehörknöchelchen mit den ersten Intervertebralnerven (Fig. 4 *d*) grösstentheils vollkommen umhüllend erstreckt und an dem hinteren Ende des *malleus* in den *saccus lymphaticus vesicae* übergeht. Mittelst der Schädelöffnung steht er in weit offener Verbindung mit dem *cavum cranii*. Gebildet wird die *fossa*, die ich als *saccus lymphaticus paravertebralis* bezeichnen möchte, durch eine derbe Bindegewebsmembran (Fig. 4 u. 5 *b*), die an einzelnen Orten, namentlich in der Mitte, sehnenglänzend erscheint und auch, worauf Weber besonders aufmerksam macht, zum Ansatze von Muskelbündeln dient, die von der *spina ossis occipitis* zum zweiten und dritten Wirbel herunterziehen. Sie entspringt in ihrem vorderen Theile etwas zarter vom Umfange der seitlichen Hinterhauptslöcher als Fortsetzung des Periostes und der *dura meninx*, ferner an der Basis der *spinae neurales* der beiden ersten Wirbel oberhalb der Einfügung des *stapes* (Fig. 4, Fig. 5), dann von dem vorderen Rande der Basis der Hämapophyse des dritten Wirbels bis zur Ueberkreuzung mit dem *malleus* (Fig. 4 u. 5) und heftet sich an die Oberfläche der Basen der queren Fortsätze der ersten beiden Wirbel und an den lateralen Rand des hinter ihnen gelegenen Theiles des *malleus*, bis zur Ueberkreuzung mit dem rippenähnlichen Fortsatze der dritten Hämapophyse, unter welchem weg die Membran zart geworden in das obere Peritonealblatt übergeht. Wie schon Weber beschrieben und abgebildet, sind in den Raum der *stapes* (Fig. 3 *f*, Fig. 4 *g*), *incus* (Fig. 3 *e*, Fig. 4) und die vordere Hälfte des *malleus* bis zum Gelenkfortsatze, ausserdem die Wurzeln des ersten, zweiten und dritten Spinalnerven (Fig. 4 *d*, Fig. 5 *d*) mit den zugehörigen Ganglien eingeschlossen, indem der erste zwischen *incus* und *stapes*, der zweite hinter dem *stapes* und beide zusammen hinter dem vorderen Ende des *malleus*, nach hinten abwärts den Raum durchziehen und die Unterwand durchbohren, während der letzte über dem *malleus*, etwas vor dem Gelenkfortsatze ebenfalls nach hinten und aussen durch den Raum zieht. Der nach vorn, innen und oben gerichtete Fortsatz des *malleus* verbindet sich oberhalb des queren Fortsatzes des zweiten Wirbels mittelst einer sehnengleichen, straffen Bandmasse (Fig. 4 *e*) mit der Aussenfläche des *stapes* und wird durch den daran gehefteten *incus* (Fig. 3 *e* u. 4), der nach hinten und innen an der Seitenfläche des zweiten Wirbelkörpers eingelenkt ist, ausgespannt und in der Lage gehalten. Wegen der Befestigungsweise des *incus* am Wirbel und am intermediären Bande ist der *stapes* nur im Stande einen Druck von unten aussen, nach oben

innen auszuüben, dagegen kann der *malleus* den *stapes* nicht nach hinten oder vorne bewegen, oder denselben um die senkrechte Axe rotiren, eine Verbindung, die am *stapes*, einem im Wesentlichen schalenförmigen Knochen, dessen ausgehöhlte Fläche nach oben und innen und ein wenig nach vorne sieht, dadurch ausgeschlossen erscheint, dass derselbe mittelst zweier Fortsätze am ersten Wirbel articulirt, so dass sich derselbe um eine etwas von oben hinten, nach unten vorne gehende Axe bewegen kann, wodurch dann sein oberer, vorderer Rand sich ein- und auswärts bewegt, sich wie eine Thür um die Angel dreht. Wie schon erwähnt, ist die ganze *fossa auditoria*, oder der *saccus lymphaticus paravertebralis* mit einem ölhaltigen Gallertgewebe erfüllt, welches durch das grosse seitliche Hinterhauptsloch continuirlich in das gleiche Gewebe der Schädelhöhle übergeht und als eine einfache Fortsetzung desselben zu betrachten ist.

Abgesehen nun von dieser weiten Communication mit der Schädelhöhle haben wir noch einer Oeffnung gegen die Rückenmarkshöhle hin zu gedenken (Fig. 5 *c*), die oberhalb des Körpers des ersten Wirbels unter den *spinae neurales* oder den *processus spinosi*, an den rudimentären Neuralspangen des ersten Wirbels und hinter denen des Hinterhauptwirbels, den seitlichen Begrenzungsrändern des grossen Hinterhauptloches befindlich ist. Es ist die *apertura externa atrii sinus imparis*, die vollständig von der Schale des *stapes* ausgefüllt wird, deren Ränder zur Anheftung der Membran des *saccus paravertebralis* dienen, oder besser gesagt, an dessen Rändern die Membran desselben in die *dura mater* des Rückgratcanales übergeht. Diese vom *stapes* verschlossene Oeffnung führt in einen Raum (Fig. 5), den man nach dem Vorgange von Weber als *atrium sinus imparis* bezeichnet und der dadurch zu Stande gekommen gedacht werden kann, dass die *dura mater* der Rückenmarkshöhle sich nicht innerhalb der Oeffnung ausspannt, sondern ein wenig sich nach innen gegen das Rückenmark ausbuchtet und sich erst an den Rändern der Oeffnung wieder den Knochen nähert, um dort mit der Membran des äusseren Sackes Verbindungen einzugehen. Dieses Zurückweichen nach innen ist von dem Auftreten eines Knöchelchens begleitet, das am *processus spinosus* des ersten Wirbels entspringend mit seinem schalenförmig ausgehöhlten, unteren Ende von der Decke her in den Raum hineinragt (Fig. 3 *g*, Fig. 4 *h*) und so gestellt ist, dass der äussere Rand der Schale an den oberen des *stapes* anschliesst und die *apertura externa atrii* oben mit schliessen hilft, während der innere Rand und der untere Theil der convexen Innenfläche an die *dura*, die Innenwand des *atrium*, oben anstösst. Die Aushöhlung deckt nur etwa das obere Drittel der Steigbügelaushöhlung. Jede Bewegung des *stapes* muss demnach von einer Bewegung dieses eben geschilderten Knochens, des *claustrum*, be-

gleitet sein, und da der obere Theil sich nach innen, resp. aussen bewegt, muss es das *claustrum* ebenfalls thun und somit den oberen Theil der Innenwand des *atrium*, die *dura* der Seitenfläche des Rückenmarkes nähern, resp. dieselbe davon entfernen. Während sich nun nach unten hin der Raum des *atrium* verkleinert und der untere Rand des die *apertura externa* ausfüllenden Steigbügels nahezu die Innenwand berührt, findet vorne unten eine geringe Vergrösserung desselben einmal dadurch statt, dass der Steigbügelrand vorne weiter lateralwärts liegt, als hinten und dann dadurch, dass die mit der Membran des *saccus paravertebralis* verschmolzene *dura* sich in eine vorne unten befindliche Oeffnung (Fig. 3 *i*, Fig. 5 *c*), die *apertura posterior cavi sinus imparis* trichterförmig einsenkt, um dann die Wände dieses Raumes als Periost auszukleiden. Reisst man die Stapesplatte heraus, so kommt, abgesehen von dem *claustrum* oben, diese nach aussen, oben und hinten sehende Oeffnung sogleich zu Gesicht. Die durch die *dura* und durch die an den Rändern der äusseren Oeffnung mit ihr verschmolzene Sackmembran gebildeten Wandungen des *atrium* sind derb, elastisch, weiss, sehnenglänzend und somit hat hier im Bereiche der Einfügung des *stapes* die harte Haut ihr zartes Gefüge gänzlich verloren und nimmt erst nach vorne gegen die Schädelhöhle und nach hinten im Bereiche des zweiten Wirbels den gewöhnlichen Character einer zarten, pigmentirten Haut wieder an; jedoch zeigt sie dieses feste, derbe Aussehen nicht blos an der *apertura*, sondern auch am Boden und am Dache des Rückenmarkcanales. Es ist eine ringförmige Verdickung der *dura* im Bereiche des ersten Wirbels. Das *atrium* ist mitunter von einer klaren, serösen Flüssigkeit erfüllt, oder umschliesst, worauf ich schon in meiner Abhandlung über das Gehörorgan der Fische aufmerksam machte, eine Fortsetzung des ölhaltigen Gallertgewebes, welches im *cavum sinus imparis* befindlich und durch dessen *apertura posterior* mit demselben zusammenhängt. Niemals aber habe ich eine Fortsetzung des häutigen Gehörorganes innerhalb desselben entdecken können, trotzdem ich auf's Neue alle Sorgfalt auf die Klarstellung dieses Verhältnisses angewandt, und eine solche ampullenförmige Erweiterung des *sinus impar*, wie Bojanus[1]) sie in seiner Fig. 6 *g* so characteristisch darstellt, ist mir nie zu Gesicht gekommen, ebensowenig, wie es mir gelungen, den von ihm und Weber beschriebenen *sinus impar* in der Weise, als Fortsetzung des häutigen Gehörorganes zu sehen.

Die *cavitas sinus imparis* enthält nur das ölhaltige Gewebe, welches überall in der Schädelhöhle angetroffen wird und steht am vorderen Rande der beiden Platten (Fig. 3 *k*), die den Raum zwischen den beiden

1) l. c.

knöchernen Behältern des Sackes und der Schnecke (Fig. 6 *c*) oberhalb der oberen Fläche des Occipitalwirbelkörpers, der in der Mitte am meisten ausgehöhlt erscheint, überbrücken, mit dem *cavum cranii* in Verbindung. Die vordere Oeffnung ist dreiseitig und führt schräg nach abwärts und hinten in den Raum, ebenso wie die hintere schräg abwärts nach vorn in denselben sieht. Zu beiden Seiten der vorderen Oeffnung begeben sich die dicken Nerven (Fig. 3 *n*), die für den Sack und die Schnecke bestimmt sind, in die zur Aufnahme derselben dienende Knochenkapsel, verengen aber gleichzeitig nach oben hin die Apertur, indem sie sich am vorderen Rande der beiden Knochenplatten nahezu berühren und von unten her die bald längere, bald kürzere, quere Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis* decken (Fig. 3 *m*, Fig. 6 *d*) und so bis auf ein geringes Stück in der Mitte der Unterfläche von dem *cavum* abtrennen. Im übrigen habe ich dem, was ich in der früheren Abhandlung über diese Verbindungsröhre gesagt, nichts hinzuzufügen. Auf einen Umstand möchte ich jedoch aufmerksam machen, der vielleicht geeignet wäre die Differenz zwischen WEBER's und meinen Beobachtungen im Wesentlichen auszugleichen, und ich wurde besonders darauf aufmerksam durch eine Aeusserung WEBER's, wonach zwischen der Wand des Raumes des *sinus impar* und diesem selbst kein Zwischenraum sich fände und dass der *sinus*, nachdem er sich bei seinem Eintritte in die Schädelhöhle in zwei Canäle getheilt, die sich beiderseits zum vorderen Theile des *sacculus* begeben und sich mit dem Fortsatze des *sacculus* und *vestibulum* vereinigen, dort mit den Canälen nicht sein Ende finde, sondern blind auslaufend in einen *recessus* des *os temporum* sich fortsetze, der bei allen *Cyprinen* vorhanden ist und sich nach vorne oben in der Verlängerung des *sacculus* erstreckt. Dabei macht er mit Recht darauf aufmerksam, dass schon COMPARETTI[1]) diesen Fortsatz gesehen und abgebildet und bemerkt gleichzeitig, dass ihm der Nutzen dieses Fortsatzes nicht klar sei. Dieser Beobachtung kann ich mich in ihrem Wesen vollkommen anschliessen, nur ist meine Deutung des Verhältnisses eine verschiedene. Das *cavum sinus imparis* ist, wie erwähnt, genau von einer zarten Fortsetzung der *dura* des *atrium* oder der Schädelhöhle ausgekleidet und diese bildet somit einen Sack, der das ölhaltige Zellgewebe umschliesst und nach hinten in das *atrium*, nach vorne in das *cavum cranii* übergeht. Diese *dura* sendet, an der inneren Fläche des vorderen Endes des *sacculus*, mit demselben und mit dem unteren Theile der Verbindungsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus* innig verbunden, einen Fortsatz in eine Knochenerweiterung (Taf. XXVII Fig. 6 *e*), der ein wenig nach aufwärts und vorne gerichtet in der Ver-

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata. 1789.

längerung des *sacculus* im *prooticum* gelagert ist und den WEBER Fig. 9. 31 sehr klar abbildet und dessen Inhalt COMPARETTI Tab. III, Fig. XXIII sehr schön darstellt. Diesen Fortsatz der *dura* muss man bei der Isolation des häutigen Gehörorganes mit isoliren, da sonst der *sacculus* wegen seiner festen Verbindung mit demselben leicht in seinem zarten, vorderen Theile verletzt wird. Isolirt man nun gleichzeitig mit den beiden Gehörorganen den Sack der *dura* im *cavum sinus imparis,* so bekommt man allerdings ein mit dem *atrium* in Verbindung stehendes, unpaares Säckchen, welches vor der Deckplatte des *cavum* zu beiden Seiten zwei Fortsätze, wenn auch keine Canälchen, gegen die Innenwand des *sacculus* und weiter in den *recessus* des *prooticum* ausschickt und somit ein Bild, welches sehr an die Abbildungen von WEBER und BOJANUS erinnert. Ist nun dieser Sack der *dura* mit seinen beiden Fortsetzungen, wie ich fast glauben möchte, identisch mit dem *sinus impar* von WEBER und dessen beiden Canälchen, so hat weder WEBER noch BOJANUS, noch irgend einer der nachfolgenden Forscher, und das scheint mir auch aus den Abbildungen hervorzugehen, die eigentliche Commissur, die Verbindungsröhre zwischen den beiden *sacculis,* die an dem vorderen Rande der Deckplatten des *cavum sinus imparis* liegt, gesehen. Es ist mir auch nie gelungen, weder beim vorsichtigen Hineintreiben von Luft, noch von Injectionsflüssigkeit in das *cavum* Luftblasen, oder Flüssigkeit in das Gehörorgan treten zu sehen, nur dann, wenn der Druck der Flüssigkeit, die in's *cavum* injicirt wurde, einigermassen stark wurde, wurde durch das Sprengen der immerhin dünnhäutigen Verbindungsröhre Flüssigkeit hineingetrieben.

Dies das Verhältniss bei den *Cyprinen,* welches sich, wie schon WEBER bemerkt, wenigstens was den *sinus impar* und das *atrium* mit seinen Theilen betrifft, direct auf *Cobitis fossilis* übertragen lässt, und ich kann mich somit mit Bezug auf diese Theile kurz fassen. Was ich soeben von dem Verhältnisse des Gehörorganes zum *sinus impar*, zur *cavitas* und zum *atrium* bemerkt, gilt in vollem Masse auch für *Cobitis* (Fig. 7 *i*, Fig. 8 *b*), ja in mancher Beziehung treten hier trotz der Kleinheit der Theile die Verhältnisse noch prägnanter zu Tage, als bei *Cyprinus* und das gilt namentlich von der Commissur der beiden *sacculi* (Fig. 7 *i*, Fig. 8 *b*), die als eine kurze, aber verhältnissmässig weite Verbindungsröhre vor der Deckplatte (Fig. 7 *i*) des *cavum sinus imparis* liegt, das wieder mit einer Fortsetzung des *liquor oleosus* der Schädelhöhle gefüllt erscheint. Was aber das Verhalten der *dura*, des Periostes der *cavitas sinus imparis* betrifft, so gestehe ich, dass es mir nicht gelungen, die beiden Fortsätze gegen die Innenwand des vorderen Sacktheiles, eventuell in einen *recessus* des *prooticum* nachzuweisen, freilich bekenne ich, dass ich nicht genügend auf diesen Punct geachtet, da ich mich überzeugt,

dass ausser der queren Verbindungsröhre, die sich die beiden Gehörorgane entgegenschicken, keine Fortsetzung der Wand desselben nach hinten bis zu den sogenannten Gehörknöchelchen sich findet. Möglich, dass ein *recessus* im *prooticum* und eine darin gelagerte Fortsetzung der *dura* vorhanden, jedenfalls ist der Fortsatz nicht so derb, wie bei den *Cyprinen* und auch nicht so fest mit dem vorderen, mehr stumpfen Ende des *sacculus* (Fig. 8) verbunden, da es verhältnissmässig leicht gelingt, denselben gänzlich unbeschädigt zu isoliren. Als eine geringfügige Differenz gegenüber den *Cyprinen* möchte ich dann noch den Umstand betrachten, dass die *dura mater* Innenwand des *atrium*, namentlich oberhalb des Körpers des ersten und zweiten Wirbels (Fig. 8 *g*) ausserordentlich verdickt erscheint und von zwei hellen, sichelförmig gekrümmten Streifen durchzogen ist, über deren Zusammensetzung mir keine Erfahrungen zu Gebote stehen. Was dann die Schilderung Weber's der seitlichen Hinterhauptslöcher und der Spalte zwischen den *ossa parietalia* betrifft, die alle drei durch Membranen geschlossen sind, so wüsste ich nichts Neues hinzuzufügen.

Was die Schwimmblase und die mit ihr in Verbindung tretenden Knöchelchen angeht, so verdanken wir auch hier Weber eine Beschreibung, die mustergültig weiterer Forschung nur wenige Anhaltspuncte bietet und ich vermag nur wenig beizubringen, was nicht schon von diesem namhaften Forscher gefunden. Das *claustrum*, auch hier in der Decke des *atrium* befindlich und am *processus spinosus* entspringend, steht ebenfalls mit seinem äusseren Rande dem oberen des *stapes* an, der (Fig. 7 *g*, Fig. 8 *f*) vollkommen die *apertura externa atrii* schliesst und mit seiner ausgehöhlten Fläche nach innen oben und vorne sehend die Aussenwand des Vorhofes bildet, während der untere Theil der convexen Innenfläche des *claustrum*, wie bei den *Cyprinen* der Innenwand, der *dura* des Rückenmarkes anliegt. Auch hier entspricht die Aushöhlung des *claustrum* nur zum geringen Theile der des *stapes*, sie correspondirt nur mit dem oberen Drittel. Der *stapes* ist durch ein cylindrisches Knochenstäbchen (Fig. 8 *e*), das ich mit Weber als das Homologon des *incus* der *Cyprinen* auffasse, mit dem vorderen Ende des *malleus* verbunden (Fig. 8 *d*), der sich mittelst eines *processus articularis*, der das Hypomochlion bildet, an die Seite des dritten Wirbelkörpers einlenkt und der sich nach abwärts hinten und unten verlaufend mit seiner etwas nach innen gebogenen, hinteren Spitze an die *tunica externa* der Schwimmblase anheftet. Auch hier bewirkt die Bewegung des *malleus* eine Bewegung des *stapes* und somit des *claustrum* nach innen, resp. aussen. Umhüllt wird der gesammte Knöchelchenapparat der Schwimmblase von einer zarten Membran, die dicht der gleich zu erwähnenden Knochenkapsel angelagert, namentlich im Bereiche des *stapes*

deutlicher und fester wird und hier an den Rändern der *apertura externa atrii* mit der *dura mater* des Rückenmarks verschmilzt, die sich dann in die *apertura posterior cavi sinus imparis* trichterförmig einstülpt, um dort wie bei den *Cyprinen* als Periost die Wand zu bekleiden und weiterhin an die Innenwand der früher genannten Abtheilungen des Gehörorganes zu treten. Diese Membran, die man also als Fortsetzung der *dura* der Schädelhöhle betrachten kann, ist der hinteren Hälfte der membranösen Wandung des *saccus lymphaticus paravertebralis s. fossa auditoria* der *Cyprinoiden* homolog, die bei ihrem Uebergange zur vorderen, zarteren Abtheilung, die sich ja bei diesen Thieren an den Umfang des seitlichen Hinterhauptloches anheftet, leicht löst. Diese Abtheilung fehlt bei *Cobitis*, oder erscheint auf die Verschlussmembran des Loches reducirt. Die Umhüllungsmembran der Knöchelchen umschliesst eine Flüssigkeit, welche nur dann, wenn der *stapes* medianwärts bewegt wird, was bei Erweiterung der Schwimmblase der Fall, mit der Flüssigkeit des *atrium*, respective des *cavum sinus imparis* sich vereinigen kann. Gleichzeitig kleidet die Membran eine knöcherne Röhre aus (Fig. 8 *b*), für die, wie für die im Folgenden zu schildernden Verhältnisse, die Abbildungen WEBER's die meinigen ergänzen und die durch den seitlichen Fortsatz, die Hämapophyse des zweiten Wirbels gebildet, die Knöchelchen umschliesst und sich vorne oben in die gleich zu erwähnende Kapsel der Schwimmblase öffnet und nach aussen hin unter der Haut (Fig. 8 *a*) eine kleine Oeffnung zeigt, die vordere Abtheilung des unter der Haut und dem subcutanen Zellgewebe gelegenen *introitus capsulae vesicae*. An dieser Oeffnung geht die Auskleidungsmembran des ausgehöhlten, zweiten Wirbelfortsatzes in das äussere Periost des Knochens über, ausserdem begiebt sie sich aber vorne an der Oeffnung in die Schwimmblasenkapsel als Auskleidungsmembran, als Periost in diese hinein, um in der äusseren Oeffnung derselben wieder mit der äusseren Beinhaut zu verschmelzen.

Die Schwimmblasenkapsel, die durch die mit einander verbundenen, halbkugelig ausgehöhlten Hämapophysen des dritten Wirbels gebildet wird und von WEBER ausführlich und richtig beschrieben wurde, zeigt unter der Haut, die hinter dem oberen Rande des Kiemendeckels an dieser Stelle durch eine etwas dunklere Pigmentirung ausgezeichnet ist, eine Oeffnung, den *introitus capsulae vesicae*, die oval, mit aufgeworfenen Rändern unmittelbar hinter der äusseren Oeffnung der Röhre der zweiten Hämapophyse liegt. In diese Oeffnung schickt, wie WEBER richtig bemerkt, das subcutane Gewebe einen Fortsatz, jedoch ohne Muskeln, die sich an den Rändern des *introitus* anheften, und dieser löst sich in ein lockeres, ölhaltiges Zellgewebe auf, das den Raum zwischen Schwimmblase und knöcherner Kapsel ausfüllt, ein Raum, den ich dem *saccus*

lymphaticus vesicae der *Cyprinen* homologisiren möchte und der durch die vordere, obere Oeffnung der Kapsel mit dem Homologon des Raumes des *saccus paravertebralis* in Verbindung steht. Ich vermuthe, obgleich ich keine entscheidenden Injectionen gemacht, dass dieser Zellgewebsfortsatz zu Lymphgefässen, oder noch eher zu subcutanen Lymphräumen in Beziehung steht, ein Verhältniss, das uns bei den *Clupeiden* weiter beschäftigen wird. Die *vesica* (Fig. 8 *c*) zeigt die Häute, wie bei den *Cyprinen, tunica externa* und *interna* und einen hinteren, kleinen Appendix, auf dessen entwicklungsgeschichtliche Bedeutung als eines Homologon der hinteren Hälfte der Karpfenschwimmblase, die sich aus dem Nahrungstractus hervorbildet, v. Baer[1]) zuerst aufmerksam gemacht hat und der sich durch eine hintere Oeffnung der Kapsel mit der Hauptblase vereinigt. Dass dieser kleine Anhang wirklich die aus dem Darme entwickelte Schwimmblase ist, geht daraus hervor, dass man noch am erwachsenen Thiere einen Verbindungsstrang desselben mit der Oberwand des Theiles des Nahrungstractus nachweisen kann, der an der Unterfläche der Schwimmblasenkapsel zieht.

Nachdem ich nun so die Verhältnisse bei denjenigen Fischen, deren Schwimmblase mit einem eigenthümlichen Apparate von Knöchelchen versehen ist, beschrieben habe, sei es mir, soweit es noch nicht geschehen, gestattet, etwas näher auf die Bedeutung dieses Apparates einzugehen. Die Ausdehnung, resp. Volumsverminderung der Schwimmblase, hervorgerufen durch einen von aussen her wirkenden, verminderten, oder vermehrten Druck, namentlich der auf dem Körper lastenden Wassersäule, wird den Knöchelchenapparat so in Bewegung setzen, dass bei vermindertem Drucke, also bei Vergrösserung der Schwimmblase der *stapes* und das *claustrum* sich nach innen bewegen, während im entgegengesetzten Falle beide nach aussen getrieben werden. Somit wird auf die Innenwand des *atrium*, der ja das *claustrum* anliegt und demnach auf das Rückenmark, dessen Durabekleidung ja die Vorhofswand bildet, bald ein verminderter, bald ein vermehrter Druck ausgeübt und es werden in der Rückenmarkshöhle Druckdifferenzen hervorgerufen, die begreiflicherweise nicht ohne Einfluss auf das Centralnervensystem bleiben können und desto mehr sich geltend machen, je schneller die Druckdifferenzen einander folgen, wie solches ja z. B. bei nahe der Oberfläche schwimmenden Fischen bei bewegtem Wasser der Fall. Es wird somit durch Hülfe dieses Apparates den Thieren der Füllungszustand der Schwimmblase auf die unmittelbarste Weise zum Bewusstsein gebracht und sie können danach ihre Bewegungen, Steigen

1) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische, nebst einem Anhange über die Schwimmblase. Leipzig 1835.

resp. Fallen, reguliren. In der früheren Abhandlung habe ich darauf Gewicht gelegt, dass der Füllungszustand der Blase dadurch den Thieren zum Bewusstsein käme, dass die im *atrium* befindliche Flüssigkeit durch die Bewegung des *stapes* in die *cavitas sinus imparis* getrieben, auf die Basis des Gehirnes einen Druck ausübe. Ich möchte diesen Modus nicht ganz ausschliessen, allein immerhin das Hauptgewicht auf die Bewegung des *claustrum* gegen die Rückenmarkshöhle legen. Nun wird man mir freilich bei dieser Hypothese in Betreff der Bedeutung der Knöchelchen entgegenhalten, dass es ja eine grosse Anzahl von Fischen giebt, die, abgesehen von den alsbald zu erwähnenden *Clupeiden*, sehr entwickelte Schwimmblasen besitzen, ohne dass dieselben sich eines so complicirten Apparates erfreuen und der Füllungsgrad ihrer Schwimmblase wird denselben doch jedenfalls zum Bewusstsein kommen und zwar, wenn nicht durch Anderes, so doch durch das Muskelgefühl, und ich vermag allerdings die Schwere dieses Einwandes nicht gänzlich zu verkennen, allein, will ich demselben auch nicht mit dem leichteren und zunächst noch weiterer positiver Grundlagen entbehrenden Einwande begegnen, dass die Lebensweise der Thiere einen solchen besonderen Apparat ausser dem Muskelgefühle nicht erfordere, so möchte ich doch darauf hinweisen, dass es sich um Fische handelt, deren Schwimmblase sich durchaus anders entwickelt, als es mit denen der Fall ist, die keinen solchen Apparat besitzen. Bei diesen entwickelt sich die Schwimmblase vom Darme aus, ohne innige Beziehungen zur Wirbelsäule, als accessorischer Theil des Verdauungstractus, als eine Art Lunge, bei jenen dagegen entwickelt sich entweder, wie bei *Cobitis*, der überwiegende Theil derselben, oder, wie bei *Cyprinus* und Verwandten, die eine getheilte Blase besitzen, die vordere Hälfte, nach den Untersuchungen von v. Baer, wahrscheinlich in inniger Beziehung zum vorderen Theile der Wirbelsäule und zwar zu den Hämapophysen derselben, oder zum Hinterhauptstheile des Schädels und üben dadurch begreiflicherweise einen umgestaltenden Einfluss auf die Fortsätze der vorderen Wirbel. Jedenfalls ist auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Grund zur Metamorphose der Wirbelfortsätze zum Knöchelchenapparate zu suchen und ihre physiologische Bedeutung kommt erst als etwas Secundäres in Betracht.

v. Baer hat den vorderen Theil der Schwimmblase zuerst als einen hellen, hinter dem Ohre gelegenen Raum auftreten sehen, der sich gegen die hintere Schwimmblase allmälig vergrösserte und meint, es handle sich um eine Verlängerung des Ohres, wofür aber weiter keine Belege beigebracht werden, und es möchte diese Meinung wohl unter dem Einflusse der Anschauungen Weber's geäussert sein, dass sich im erwachsenen Zustande das Gehörorgan bis zu den Knöchelchen der *vesica* erstrecke. Auf der Richtigkeit dieser Ansicht beruht auch seine Deutung der vor-

deren Schwimmblase als Paukenhöhle, an der er doch wieder einige Zweifel hegt, weil dieselbe hinter dem Schädel befindlich und auch hinter dem Ohre sich bildet, während dagegen die Gehörknöchelchen der höheren Thiere und die Paukenhöhle derselben sich im Bereiche des Schädels, nach aussen vom häutigen Gehörorgane entwickeln. Er sucht jedoch dieses Bedenken dadurch zu entkräften, dass er das Gehörknöchelchen der Schlangen als Beispiel eines weit gegen den Hals hin ragenden Knochens Erwähnung thut, wobei er aber ausdrücklich darauf aufmerksam macht, dass es weit mehr von den Halswirbeln absteht, als es mit den Gehörknöchelchen der Fische der Fall. Ich glaube schon das Wenige, was v. Baer über die Entwicklung des vorderen Theiles der Schwimmblase beobachtet, wonach dieselbe hinter dem Ohre, wahrscheinlich nicht einmal im Bereiche des Schädels, sondern unter den ersten Halswirbeln entsteht, weist darauf hin, dass weder die *vesica*, noch der Apparat der Knöchelchen mit der nach aussen von dem eingestülpten Gehörbläschen am Schädel gebildeten Paukenhöhle und den Gehörknöchelchen zu homologisiren ist, und dass günstigen Falls, wenn sich wirklich ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang mit dem Gehörbläschen nachweisen liesse, nur Analoga vorhanden sind. Nun hat aber Weber selbst Beobachtungen gemacht und zwar bei *Ophidium barbatum* und *imbarbum*, bei denen sich durchaus keine Verbindung der Knöchelchen der Schwimmblase mit dem Gehörorgane nachweisen liess, trotzdem der Apparat in voller Ausbildung vorhanden und nimmt man diese Beobachtungen zusammen mit den Meinigen, die damit vollkommen stimmen, so ist es wohl mehr wie wahrscheinlich, da der Knöchelchenapparat an einer nicht blos vom Gehörorgane, sondern auch vom Schädel entfernten Stelle im erwachsenen Zustande befindlich, dass zwischen den beiden ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang nicht existirt, oder derselbe müsste, wofür keine einzige Thatsache bis jetzt spricht, frühzeitig gelöst sein. Ich halte mich daher berechtigt, jede Analogie der Knöchelchen mit den Gehörknöchelchen und die Bedeutung der Schwimmblase als eine Art Paukenhöhle, oder eine Art Resonanzapparat von der Hand zu weisen. Ein Apparat, der die Schallwellen direct dem Gehörbläschen übermittelt, tritt erst bei der nächsthöheren Classe auf. Bei den Fischen werden sie im Wesentlichen durch die Kopfknochen übertragen und die physiologische Bedeutung dieses complicirten Apparates ist somit wesentlich in anderer Richtung zu suchen. Ich würde mich herzlich freuen, wenn es gelänge, eine andere Theorie, als die meinige, deren schwache Fundamente ich sicher nicht verkenne und die ich auch nur *faute de mieux* aufgestellt, allseitig zu begründen. Man wird mir nun weiter entgegenhalten, die Bewegung des Steigbügels nach innen wird doch die Flüssigkeit des *atrium* in die

apertura posterior cavi sinus imparis hineinpressen und die dort befindliche Flüssigkeit in Bewegung setzen, und da nun am vorderen Ende der Deckplatte die verhältnissmässig weite Verbindungsröhre der Gehörorgane gelagert ist, würde ein Auslösen der Gehörempfindung durch Mittheilung der Bewegung an die Endolymphe möglich sein. Ich gebe dabei jedoch Folgendes zu bedenken. Einmal ist die nach oben, hinten und aussen sehende *apertura posterior* nicht der nach innen hin gehenden Stossrichtung des *stapes* entgegengewandt und die in Bewegung gesetzte Flüssigkeit wird daher nicht mit voller Gewalt in die Oeffnung strömen und zweitens ist dieselbe im *atrium* sowohl, wie in dem *cavum sinus* in ein netzförmiges Bindegewebe eingeschlossen. Schliesslich wird die quere Verbindungsröhre grösstentheils von unten her durch die dicken Sacknerven gedeckt, so dass die Kraft der Bewegung bedeutend abgenommen haben muss, bevor sie die Wandung des Gehörorganes trifft, und wenn ich auch nicht jeden Einfluss der Bewegung der Knöchelchen auf das Zustandekommen der Gehörempfindung leugnen will, so muss ich dieselbe doch, wie früher erwähnt, für sehr untergeordneter Natur halten.

Ich möchte die Möglichkeit des Einflusses der Caliberveränderungen der Schwimmblase, die ja bei *Cobitis* um so leichter vor sich gehen müssen, da der *introitus capsulae vesicae* unmittelbar unter dem Integumente gelagert ist, auf das Zustandekommen der Gehörempfindung um so weniger gänzlich ausschliessen, als ja bei den *Clupeiden* ein Verhältniss der Schwimmblase vorhanden ist, das zu dem Interessantesten und Merkwürdigsten gehört, das man überhaupt sehen kann. Ich wende mich jetzt zu der Beschreibung desselben. Wiederum verdanken wir E. H. Weber die ersten, eingehenden Untersuchungen und nach ihm ist vor allem Breschet hervorzuheben, der auf manche neue Eigenthümlichkeiten aufmerksam gemacht hat. Schon bei den *Sparoiden* tritt eine eigenthümliche, directe Beziehung der Schwimmblase zu dem Schädel zu Tage, insofern das vordere Ende derselben sich, wie Weber hervorgehoben, an zwei, durch Membranen geschlossene Oeffnungen der Schädelbasis legt, die beide hinter der Austrittsstelle des *vagus* und hinter der unvollständigen, knöchernen Gehörkapsel gelagert in die Schädelhöhle hineinführen.

Bei den *Clupeiden*, von denen ich ohne wesentliche Verschiedenheiten zu finden, vor allem *Clupea harengus* und *Clupea alosa* untersucht, geht der vordere Theil der Schwimmblase, die sicherlich ausschliesslich der hinteren Hälfte der *vesica* der *Cyprinoiden* homolog ist und sich somit aus dem Darmrohre entwickelt, unter die *pars basilaris ossis occipitis* und theilt sich dort in zwei Canälchen, die noch immer die beiden Bestandtheile der Schwimmblase, *tunica interna* und *externa*

zeigen. Diese verlaufen zu beiden Seiten des Occipitalwirbelkörpers unter der Austrittsstelle des *vagus* und treten dort in zwei, etwas nach oben und vorne verlaufende, feine Knochencanälchen (Fig. 11 *c*), die von dem *basi-occipitale* gebildet werden. An dem Rande der Oeffnung dieser *canaliculi ossei* heftet sich die *tunica externa* an, so dass das häutige Canälchen innerhalb des knöchernen immer nur von der *tunica interna* gebildet wird. Diese beiden Knochencanälchen stossen an den hinteren Theil des oberen Randes einer Oeffnung (*foramen ovale s. vestibulare*), die von einer zarten Membran der Schleimhaut des Rachens überzogen, in die *pars inferior* der knöchernen Gehörkapsel, die zur Aufnahme des *sacculus* und der Schnecke (Fig. 11 *a*, *b*) dient, führt und an dessen unterem Rande sich der *adductor operculi*, von Breschet gefunden, ansetzt. Die Oeffnung, das zum ersten Male in der Thierreihe auftretende, so ausserordentlich wichtige Vorhofsfenster, wird dadurch gebildet, dass sich das *prooticum, opistoticum* und das *basi-occipitale* unten nicht nahtförmig vereinigen. Während im hinteren Theile, im Bereiche des *occipitale basilare*, der Canal an der Oberfläche des Knochens befindlich war, senkt er sich über der Mitte des *foramen vestibulare* in die Masse des *opistoticum* und theilt sich dann (Fig. 11) in einen kurzen oberen und in einen längeren vorderen, um in den *bullae*, einer vorderen (Fig. 11 *g*, Fig. 12 *a*) und einer hinteren (Fig. 9 *b*, Fig. 11 *d*, Fig. 12 *e*) zu enden. Die hintere Blase ist an der Schädelbasis von der Knochenmasse des *opistoticum* bedeckt und oberhalb und lateralwärts von dem vorderen Ende der Oeffnung der Gehörkapsel befindlich. Die vor der hinteren gelegene *bulla anterior* dagegen, die dem *prooticum* angehört, die hinter der Durchtrittsstelle des *trigeminus* und lateralwärts vom *parasphenoidale* liegt, wird dagegen ohne Weiteres sichtbar. In diese beiden Knochenblasen hineingetreten, schwellen die häutigen Canäle der Schwimmblase kugelig an. Der hintere füllt vollständig die Knochenblase aus, der vordere dagegen nur zur Hälfte (Fig. 12 *a*) und zeigt sich auf der oberen Fläche abgeplattet, bildet also mehr eine Halbkugel. Vorne oben zeigt die vordere Knochenblase eine schmale Querspalte, deren Ränder ein wenig aufgeworfen erscheinen. Die hintere Blase entspricht in ihrer Lage genau der früher von mir beschriebenen Aushöhlung der Labyrinthknochen inmitten der Krümmung des horizontalen Bogenganges und wird wie diese von demselben umkreist (Fig. 9 *a*, Fig. 11 *e*).

Zu diesen beiden Blasen, die entweder vollkommen, wie die hintere, oder nur zur Hälfte, wie die vordere von den bläschenförmigen Enden der Schwimmblase ausgefüllt sind, zeigt nun das häutige Gehörorgan folgende Lagerungsverhältnisse. Es lassen sich an demselben, wie bei allen Knochenfischen, eine *pars superior* und *inferior* unterscheiden, von

denen jene die Ampullen, die Bogengänge, die Commissur und den *utriculus* mit seinem *recessus* in sich begreift, während diese aus dem Sacke, der Verbindungsröhre mit dem *utriculus* und der Schnecke besteht und beide zusammen, wie bei allen Wirbelthieren, ihre Lage zwischen der Oeffnung für den *trigeminus* und der für den *vagus* bestimmten finden. Der ganze Bau des häutigen Gehörorganes zeigt sich im Wesentlichen wie bei *Perca* und den übrigen Knochenfischen, mit Ausnahme der *Cyprinoiden*. Wie bei allen Fischen lassen sich (Fig. 9 u. 11) zwei vordere und eine hintere Ampulle unterscheiden, von denen jene vorne und innen von der hinteren *bulla ossea* (Fig. 9 *b*, Fig. 11 *e*), hinten und oben von der vorderen (Fig. 12 *c*) gelagert sind, während diese nach innen und hinten von der hinteren Knochenblase gelagert erscheint, jedoch mehr medianwärts, als es mit den vorderen der Fall. Von den beiden vorderen Ampullen liegt die horizontale hinter und ein wenig nach aussen von der sagittalen und liegt mit dem Dache der Vorderfläche der *bulla posterior* dicht an und kehrt den Boden nach vorne, während die sagittale den Boden abwärts wendet. Die hintere Ampulle wird (Fig. 9) durch das Ende des horizontalen Bogenganges, der an seiner einen, nach vorne und aussen gewandten Seitenfläche liegt, von der Hinterwand der *bulla posterior* abgetrennt. Die vorderen Ampullen und die hintere mit dem Ende des horizontalen Ganges liegen je in einer Vertiefung der Schädelhöhlenwand der Labyrinthkapsel. Von den Bogengängen ist der horizontale, der sich um die Mitte der *bulla posterior* (Fig. 9 u. 11) herumschlägt, vollständig knöchern vom *pro*- und *opistoticum*, der frontale hintere vom *epi*- und *opistoticum* umschlossen, während der sagittale nur theilweise, in seiner unteren Hälfte vom *prooticum* umschlossen erscheint. Der sagittale ist flacher gekrümmt und kürzer, während der frontale, hintere stärker gekrümmt und länger erscheint, da die hintere Ampulle tiefer als die vordere gelagert ist. Zu beiden Seiten des knöchernen hinteren Bogenganges, namentlich zwischen ihm und den übrigen Bogengängen, oberhalb der von Knochen bedeckten *bulla posterior*, finden sich tiefe Muskelgruben. Die Commissuren der Bogengänge (Fig. 11 u. 12), die ein wenig schräg von oben, vorne und innen, nach unten, hinten und aussen verlaufen, liegen unter den das Schädeldach constituirenden Knochen zu beiden Seiten der Mittellinie einander ausserordentlich genähert, nur durch einen schmalen Streifen des ölhaltigen Gallertgewebes der Schädelhöhle getrennt und zwar dort, wo der Scheitel in das senkrecht abfallende Hinterhaupt übergeht. An ihrem unteren Ende nimmt jede unter einem rechten Winkel den von hinten und aussen kommenden, horizontalen Gang auf und geht dann in den *utriculus* über, in den von hinten mittelst einer kurzen Röhre die hintere, vorne dagegen die zusammenliegenden Ampullen münden. Der

utriculus und das untere Ende der Commissur mit dem darin mündenden horizontalen Gange liegen nicht unmittelbar an der Innenwand der hinteren *bulla ossea,* sondern sie entfernen sich desto mehr davon, je näher wir der Vereinigungsstelle des *utriculus* und der Commissur kommen, so dass zwischen dem unteren Ende dieser und der Blase ein nicht unbedeutender Raum zu Stande kommt, der sich nach unten hinten hin in den Behälter für Sack und Schnecke fortsetzt.

Unmittelbar nach innen, hinten und unten von den beiden vorderen Ampullen (Fig. 12 *g*), oberhalb der Spaltöffnung der *bulla anterior,* ohne dieselbe jedoch direct zu berühren, bildet der *utriculus* seinen *recessus* mit der *macula* und dem Nerven, welche beide gerade oberhalb der Spaltöffnung durch einen kleinen Raum von ihr getrennt befindlich sind. Der *recessus* bildet nur eine schwache Ausbiegung und schickt nie einen Fortsatz in die Knochenblase hinein, dem vorderen Ende der Schwimmblase entgegen, wie Weber es beschreibt. Bei *Clupea harengus* ist der Kleinheit der Verhältnisse wegen dieses Verhalten nicht gerade leicht zu constatiren und erfordert eine ausserordentlich sorgfältige Präparation, bei *alosa* gelingt es aber viel leichter. Breschet scheint diesen von Weber beschriebenen Fortsatz gar nicht gesehen zu haben, da er eine unmittelbare Anlagerung des Gehörorganes an die Oeffnung, die ich bestreiten muss, behauptet. Dennoch ist eine Gewebsmasse (Fig. 12 *h*) vorhanden, die, dem vorderen Ende der Schwimmblase (Fig. 12 *a*) aufgelagert, durch die Oeffnung heraustritt. Ich werde auf diese Masse alsbald zu sprechen kommen. Die Präparation des *recessus utriculi* ist auch um deswillen schwierig, da das Gewebe in der Umgebung der *macula acustica* ausserordentlich fein ist und bei nur etwas forcirten Injectionen in das häutige Labyrinth sehr leicht reisst, so dass man bei unvorsichtigem Verfahren oberhalb der Oeffnung der *bulla* leicht Spalten bekommt, die einem zum Glauben verleiten könnten, als setze sich das Gewebe des häutigen Gehörorganes nach unten gegen die *bulla* fort und als sei die Fortsetzung an diesen Stellen abgerissen. Ich bin begreiflicherweise mit der grössten Sorgfalt zu Werke gegangen, da es sich um eine Hauptdifferenz zwischen Weber's und meinen Ansichten handelte. Ebenso wenig habe ich eine quere Verbindung der beiden *utriculi* oberhalb der Schädelbasis, hinter der *fossa hypophyseos,* zwischen den beiden vorderen *bullae* constatiren können, so dass sich also der *recessus utriculi* und der *utriculus* überhaupt wie bei den übrigen Knochenfischen verhält und es ist eine solche Verbindung der beiden auch dadurch an und für sich unwahrscheinlich, weil der Abstand derselben unten ein sehr beträchtlicher und wir wissen, dass die Verbindungen der beiden Gehörorgane nur an denjenigen Theilen vorkommen, die wie die *sacculi* der *Cyprinen* im erwachsenen Zustande einander ausserordentlich genähert sind, eine An-

näherung, die sich im embryonalen Leben jedenfalls bis zur Apposition steigert. Das kann deswegen geschehen, weil das Gehirn über die Stelle wegzieht, wo der *sacculus* und die Schnecke sich bilden.

Die *pars inferior*, der Sack, die Verbindungsröhre mit dem *utriculus* und die Schnecke befinden sich, wie erwähnt, in einer von den Seiten her etwas abgeplatteten Knochenhülse des *pro-*, *epistoticum* und des *basioccipitale*, die von der der anderen Seite durch eine dünne Knochenscheidewand getrennt ist und nach oben hin mit dem Raume zwischen dem Ende der Commissur und der Innenwand der *bulla posterior* communicirt und nach aussen hin fast in der ganzen Ausdehnung das *foramen ovale* zeigt, das ja durch eine zarte Fortsetzung der Rachenhöhlenschleimhaut geschlossen (Fig. 11 *a*). Diese nach hinten von der *bulla anterior*, nach unten und innen von der *bulla posterior* und der Zuleitungsröhre gelegene *cavitas inferior* des knöchernen Labyrinthes erstreckt sich von vorne nach hinten, jedoch so, dass das hintere Ende etwas höher als das vordere steht und ist vollständig von dem *sacculus* (Fig. 11 *a*) und hinten von der kleinen, mützenartig gestalteten Schnecke (Fig. 11 *b*) mit ihren beiden Otolithen und von den an sie herantretenden Nerven ausgefüllt. Diese Theile bieten im Wesentlichen ganz dieselben Formen dar wie *Perca* und der grösste Theil der kleineren Knochenfische, mit Ausnahme der *Cyprinoiden*.

Somit sehen wir denn, dass das häutige Gehörorgan gegenüber der grossen Mehrzahl der übrigen Teleostier keine wesentlichen Formdifferenzen darbietet und dennoch erscheint dasselbe durch die Annexa so eigenthümlich gestaltet, dass man von vornherein geneigt ist, ausser dem gewöhnlichen Typus des Gehörorganes der Teleostier und dem zweiten der *Cyprinoiden*, einen dritten für die *Clupeiden* zu statuiren, wie es auch von Weber und Breschet geschehen, welch letzterer von einem ringförmig um das Gehirn gelegten Gehörapparat spricht, und an die über und unter dem Gehirne gelagerten Theile des Ringes besondere physiologische Betrachtungen knüpft, die freilich bei näherem Anschauen ein wenig gewagt erscheinen, jedoch wohl entschuldbar und begreiflich sind, wenn man die Schwierigkeiten und die complicirte Structur des Objectes in Betracht zieht. Diese gestattete auch mir nicht nach allen Richtungen hin befriedigende Aufschlüsse zu geben. Die Schwierigkeiten lassen sich schliesslich annähernd nur durch die Erkenntniss des Principiellen im Bau des Gehörorganes der Wirbelthiere und vollständig nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte und eventuell des physiologischen Experimentes lösen. Möge man mir verzeihen, wenn ich den so schön fundirt erscheinenden Beobachtungen, namentlich E. H. Weber's, entgegentrete und dennoch nicht im Stande bin, an die Stelle dieser allseitig befriedigenden und logisch zusammenhängenden Schlussfolgerun-

gen ein ebenso in sich geschlossenes Ganze hinzustellen. Vielerlei muss hier fernerer Forschung vorbehalten bleiben.

Ich bin genöthigt, wie schon vorhin erwähnt, das Fundament des WEBER'schen Gebäudes, die directe Anlagerung des Gehörorganes an die Schwimmblase bei diesen Thieren und ferner die Verbindung des *utriculus* mit dem der anderen Seite an der *basis cranii* anzugreifen. Es frägt sich nun, was tritt an die Stelle? Ein intermediärer Lymphraum, wie wir einen solchen ja auch zwischen dem Gehörapparate und den Knöchelchen der Schwimmblase bei den *Cyprinoiden* auftreten sehen, allein in durchaus anderen Verhältnissen.

Wir wissen, dass bei den Teleostiern die zur Aufnahme des häutigen Labyrinthes dienende, unvollständige Gehörkapsel gegen die Schädelhöhle hin offen steht und nur unvollkommen durch die *dura* verschlossen erscheint, bei den *Clupeiden* finden wir dagegen bei oberflächlicher Betrachtung ein vollkommen abweichendes Verhalten. Die gesammte Binnenwand der Kapsel ist abgeschlossen und zwar durch eine knorpelartig aussehende Masse, die nur an dem Uebergange der Schädelseitenwand in die Basis von dem *nervus acusticus* durchbrochen wird. Es liegt also das gesammte häutige Gehörorgan wie bei den Selachiern und den höheren Wirbelthierclassen in einer gegen das *cavum cranii* hin so gut wie allseitig geschlossenen Kapsel. Diese knorpelartige Masse legt sich innig an die Binnenwand der gesammten Bogengangcommissur (Fig. 10 *b*), von welcher sich dieselbe nur bei grosser Vorsicht isoliren lässt, umhüllt ferner die Theile des vorderen, verticalen Bogenganges, die nicht vom Knochen umschlossen werden, verschmilzt aufs innigste mit der Binnenwand sowohl des *recessus utriculi*, als des *utriculus* selber bis zur Einmündung der Commissur und es ist mir selbst bei *Clupea alosa*, bei *harengus* niemals, sehr schwer gelungen, dieselbe vom *utriculus* ohne Zerreissung der Wand desselben abzutrennen. Da die Commissur am weitesten nach innen gegen den Schädelraum vorspringt, so zeigen sich an der Masse zu beiden Seiten derselben (Fig. 10) schwache Vertiefungen zur Aufnahme des Gehirnes, eine kleinere hintere und eine vordere grössere. Etwas unterhalb der unter den Knochen des Schädeldaches gelagerten Spitze der Bogengangcommissur (Fig. 12), an der eine kleine Andeutung eines unbedeutenden *recessus* befindlich, auf dessen Bedeutung ich früher bei der Schilderung des Gehörorganes von *Perca* aufmerksam gemacht, bildet die Masse dadurch, dass sie sich von beiden Seiten her nach innen hin trichterförmig auszieht, eine hinter dem Mittelgehirne, oberhalb des Nachhirnes (Fig. 9 *c*, Fig. 12 *e*) gelegene, bogenförmig von einer Commissur zur anderen ziehende Röhre, auf die zuerst BRESCHET aufmerksam gemacht und die er als obere Verbindungsröhre der beiden Gehörorgane beschreibt. Dieser obere, hohle Bogen um-

schliesst die *aquaeductus vestibulorum s. recessus labyrinthorum*, die aus den *sacculis* an der Innenfläche der Bogengangcommissuren bis zur unteren Grenze des oberen Drittels, bedeckt von der knorpelartigen Masse emporsteigen, in diese Röhre sich hineinsenken und mit einander verschmelzen, so dass hier in der That eine Verbindung beider Gehörorgane zu Stande kommt, jedoch nicht, wie BRESCHET glaubt, durch Hülfe der knorpelartigen Masse, sondern durch die darin eingeschlossenen *aquaeductus*, auf die ich in einer folgenden Abhandlung ausführlich zu sprechen kommen werde. Ob nun oberhalb des *aquaeductus* (Fig. 10 *c*) ein in dem Bogen befindlicher Hohlraum zur Aufnahme eines Gefässes dient, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben.

Was nun weiter die Verhältnisse der knorpligen Masse am unteren Rande der Innenwand des *utriculus* bis zur Einmündung der Commissur betrifft, so sehen wir, dass sie sich dort nicht einfach in der ganzen Ausdehnung an den Knochen anlegt, sondern das findet nur hinten und vorne an der vorderen Fläche der *bulla anterior* und an der Verbindung des *parasphenoidale* mit dem *basi-occipitale* statt (Fig. 10 *d*), in der ganzen Ausdehnung dagegen des Zwischenraumes der beiden *bullae* schlägt sie sich medianwärts von der Spaltöffnung der vorderen Knochenblase über den zwischen den Innenflächen derselben gelagerten Theil des *sphenobasilare* und überbrückt somit (Fig. 12 *i*, Fig. 10 *f*) einen Theil der Schädelbasis und bildet einen gegen die Schädelhöhle vollkommen abgeschlossenen Raum, der von WEBER sowohl als von BRESCHET als Verbindungsröhre der beiden *utriculi*, als untere Verbindung der beiden Gehörorgane, beschrieben ist. So gelangt BRESCHET mit seiner oberen und unteren Commissur zur Annahme eines um das Gehirn herumgelegten, ringförmigen Gehörorganes. Der Raum dehnt sich also von vorne nach hinten, von dem hinteren Rande der *fossa hypophyseos* bis zur Naht des *basi-occipitale* und *occipitale laterale* aus und erstreckt sich, allmälig höher werdend, über die Innenfläche der *bullae anteriores*, über die Spaltöffnungen derselben, unter die Unterfläche des *utriculus* und der beiden vorderen Ampullen, da dieselben nicht unmittelbar den vorderen Knochenblasen aufliegen, nach hinten bis zur Oeffnung der zur Aufnahme des Sackes und der Schnecke bestimmten Knochenkapsel und nach aussen in einen vom *prooticum*, zwischen *bulla anterior* und *posterior* gebildeten Raum (Fig. 12 *b*), der sich nach aussen am *operculum* öffnet. Die Oeffnung dieses Raumes hat WEBER (Fig. 65. 15) ausgezeichnet dargestellt. Der Raum ist im Bereiche des *sphenobasilare* durch eine senkrechte Scheidewand (Fig. 10 *e*), die von der knorpeligen Masse ausgeht, in eine vordere und hintere Abtheilung getrennt, die wieder, wie ich finde, nach aussen hin zusammenfliessen. Ausgekleidet ist derselbe von einer zarten, Flüssigkeit umschliessenden Membran, die unter dem

recessus utriculi (Fig. 12 *h*) durch die Spaltöffnung in die vordere Knochenblase eine Fortsetzung schickt, die halbkuglig aufgebläht dem darin gelagerten Schwimmblasenende aufliegt. Es ist das die Fortsetzung der Vestibularwand in die Knochenkapsel, nach Weber, die aber, nur dem Gehörorgane angelagert, kein Bestandtheil desselben ist. Eine weitere bläschenförmige Anschwellung (Fig. 12 *f*) der zarten Membran findet sich weiter nach aussen zwischen den beiden Knochenblasen, die den nach aussen sich öffnenden, knöchernen Raum ausfüllt (Fig. 12 *b*), eine Anschwellung, die zuerst Breschet als *bulbe accessoire* beschrieben und die er als Homologon der Schnecke der übrigen Thiere ansieht, da er sie als einen Theil des Gehörorganes auffasst und an derselben ein feines Nervenfädchen beobachtet haben will. Die Existenz dieses *bulbus* kann ich also bestätigen, muss aber auf das Bestimmteste den Zusammenhang mit Nerven sowohl, als mit dem Gehörorgane in Abrede stellen. Von vorne herein spricht dagegen auch schon die Aeusserung von Breschet, dass das Gewebe spongiöser Natur sei, während sonst doch überall die Wandungen des Gehörorganes von glatten Membranen gebildet werden. Der Beobachtung der spongiösen Natur des Gewebes des *bulbus* kann ich mich für *Clupea alosa* anschliessen und möchte sie dahin ergänzen, dass bei diesen Thieren auch die Fortsetzung der Auskleidungsmembran des Raumes in die *bullae anteriores* gleich beschaffen ist und identisch mit dem ölhaltigen, netzartigen Bindegewebe der Schädelhöhle. Bei *harengus* bin ich nicht sicher, ob etwas Aehnliches sich findet. Diesen *bulbe accessoire* habe ich nun nach aussen hin nicht abgeschlossen gefunden, sondern im Bereiche der Knochenöffnung zeigt sich eine Mündung (Fig. 11 *f*), ich vermag aber leider nur Vermuthungen über das weitere Verhalten desselben anzustellen. Weber und Breschet haben beobachtet, dass die von ihnen sogenannten *vasa pituitaria* oder *canaliculi secretorii* des *operculum* vor allem hier ihr eines Ende finden, und ich halte es nicht für unmöglich, dass der *bulbus*, also das auskleidende Gewebe des an der *basis cranii* zwischen dem Gehörorgane einerseits, andererseits dem vorderen Ende der Schwimmblase befindlichen Raumes sich darin fortsetzt, allein ich habe dafür keine genügenden, positiven Anhaltspuncte. Die Injectionen haben mir kein absolut sicheres Resultat gegeben, sie lehrten nur mit Bestimmtheit, dass keine Communication mit dem endolymphatischen Raume vorhanden ist.

Bevor ich nun etwas näher auf die physiologische Bedeutung dieser eigenthümlichen Bildung eingehe, möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass das den Raum an der Schädelbasis und die *aquaeductus vestibuli* umschliessende, knorpelartige Gewebe nicht ein wirklicher Knorpel ist, sondern ein dichtes Fasergewebe darstellt, das ich als eine localisirte Verdickung der *dura mater* betrachte, die sich an der Schädel-

basis ähnlich verhält, wie die *dura* an den Blutsinus der höheren Thiere und somit hat diese Bildung bei den *Clupeiden* nichts Paradoxes, da wir wissen, dass die *dura* auch bei den übrigen Teleostiern, wenn auch lückenhafter, das Gehörorgan von dem Gehirne abtrennt.

Soweit meine Beobachtungen, die allerdings nur, wie ich recht wohl erkenne, sehr unsichere Schlüsse mit Bezug auf die physiologische Bedeutung gestatten. Lässt sich bei den *Cyprinen* an der Hand der Beobachtungen eine physiologische Theorie, wenn auch nicht allseitig befriedigend, anknüpfen, so befinde ich mich bei den *Clupeiden* auf noch schwankenderem Boden, wenigstens ist es nicht ohne Weiteres möglich, die bei den *Cyprinen* entwickelte Hypothese der Bedeutung des accessorischen Apparates der Schwimmblase, als eines Mittels, dem Centralnervensysteme den Füllungszustand der Blase direct zu übermitteln, hier zu verwenden, aus dem einfachen Grunde, weil die Wände des lymphatischen Raumes, als welchen ich denselben auffassen muss, gegen das Gehirn hin eine so feste, dass die jedenfalls geringen Schwankungen in dem Caliber des vorderen, zarten Bläschens der *vesica natatoria* sich schwerlich, wenn überhaupt durch Hülfe der jedenfalls entsprechend geringen Druckdifferenzen in der Flüssigkeit des lymphatischen Raumes am Gehirne geltend machen können. Auf der anderen Seite können sie auch wohl kaum befähigt sein die Gehörempfindung auszulösen, weil derjenige Theil des Gehörorganes, der *recessus utriculi*, der zunächst den Druckschwankungen der Flüssigkeit ausgesetzt sein würde, von dem zu ihm und den vorderen Ampullen ziehenden Nerven überlagert ist. Etwas anderes wäre es freilich gewesen, wenn sich die Beobachtung von Weber hätte bestätigen lassen. Immerhin ist nicht zu verkennen, dass die Möglichkeit des Auslösens der Gehörempfindungen bei den *Clupeiden* durch Caliberänderungen der Schwimmblase grösser ist als bei den *Cyprinen*. Als Resonanzapparat kann die Schwimmblase nicht dienen, da, wie wir gesehen haben, eine Anlagerung nicht vorhanden ist. Wohl aber wäre an etwas anderes zu denken. Abgesehen von der Schnecke und dem Sacke, deren Behälter ja nach aussen hin das weite, durch die Schleimhaut des Rachens verschlossene *foramen ovale* zeigt, wodurch Schallwellen diese Theile besser wie bei den anderen Teleostiern treffen und die Gehörempfindung auslösen können, ist auch für den *utriculus* ein directes Angesprochenwerden von Seiten der Schallwellen möglich, da der unter und nach aussen von ihm befindliche lymphatische Raum beiderseits durch eine weite Oeffnung unter dem Integumente mündet, so dass Schallwellen, ohne sonderliches Hinderniss von Seiten des dünnen Integumentes zu erfahren, direct durch die Flüssigkeit des lymphatischen Raumes sich zum *utriculus* fortpflanzen können, ein Verhältniss, das einen um so grösseren Werth besitzt, als *sacculus* und *utriculus* nur eine

ausserordentlich enge Communication besitzen, so dass die beiden, nahezu von einander isolirten Abtheilungen jede für sich direct angesprochen werden, während bei den übrigen Teleostiern die Gehörempfindung im *utriculus* und den zugehörigen Theilen nur durch die Schwingungen der Kopfknochen ausgelöst werden kann. Es kann daher nicht überraschen, wenn diese Fische ein feines Gehörvermögen besitzen. Ich wage das Gebiet nicht weiter zu betreten, um nicht den festen Grund und Boden zu verlassen. Möchten sich recht bald Forscher finden, die die mancherlei Puncte, welche ich leider habe dunkel lassen müssen, aufklären und ihr Gewicht entweder zu Gunsten der Ansicht Weber's, oder der meinigen in die Wagschale werfen, da es sich doch um Dinge handelt, die sowohl einen hohen morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen, als physiologischen Werth besitzen.

Fig. 9.

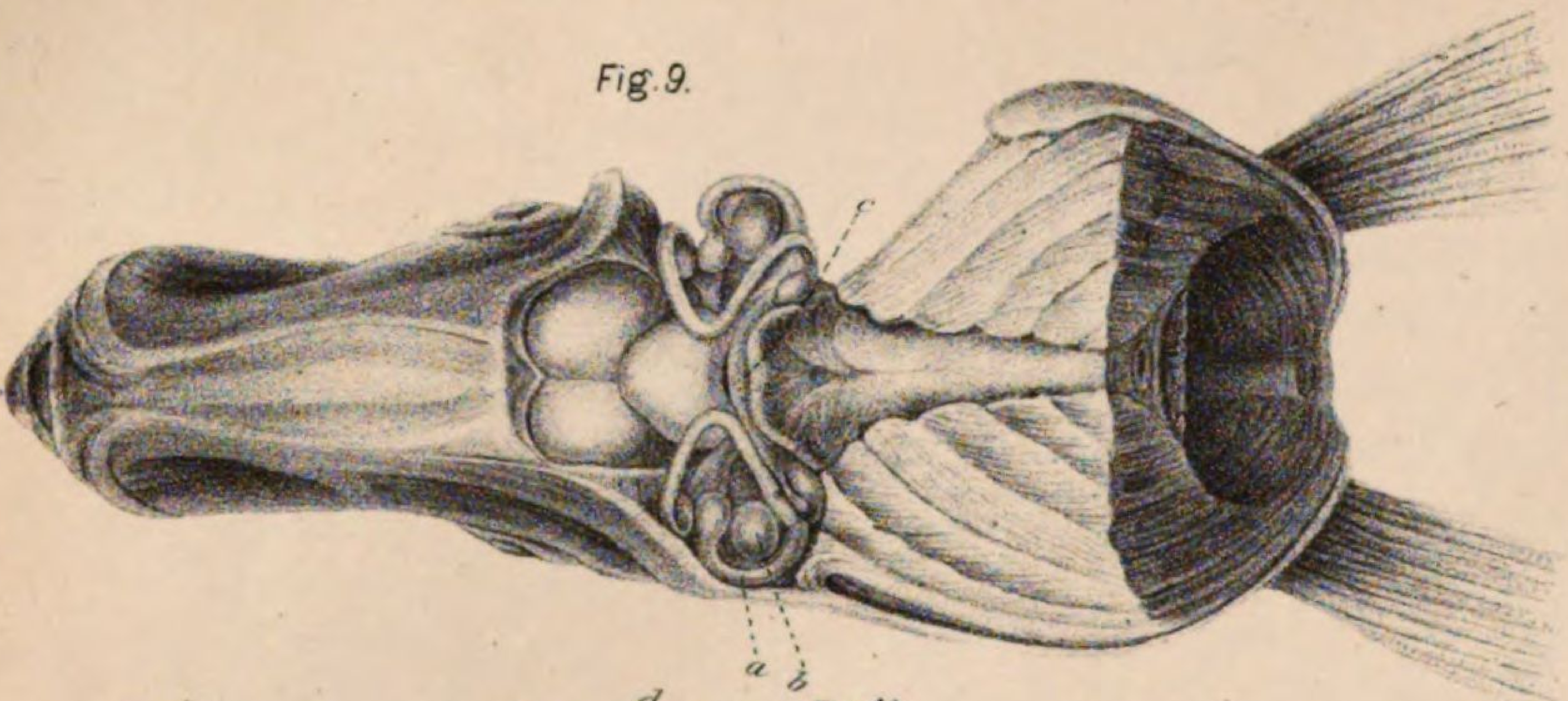
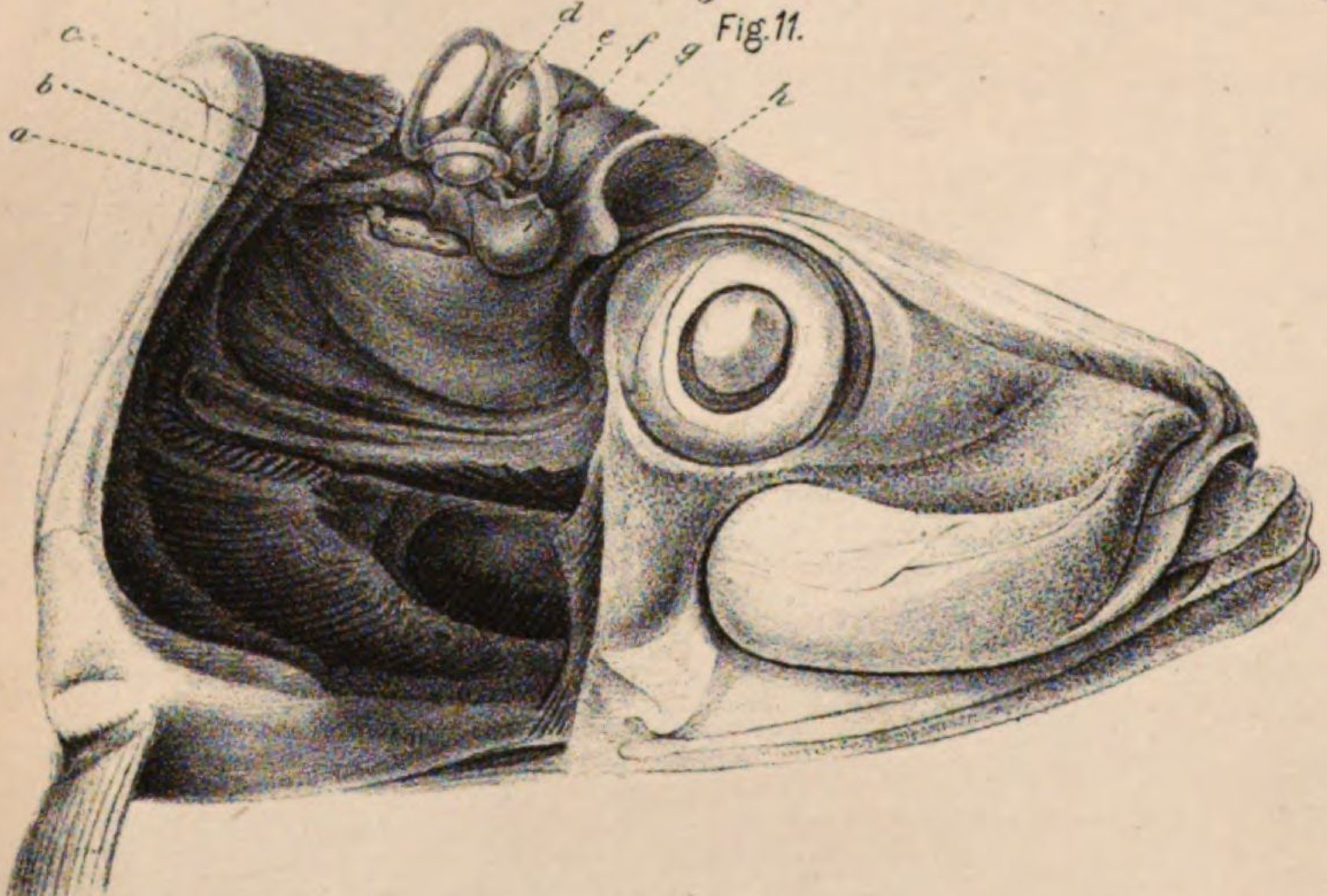




Fig. 11.



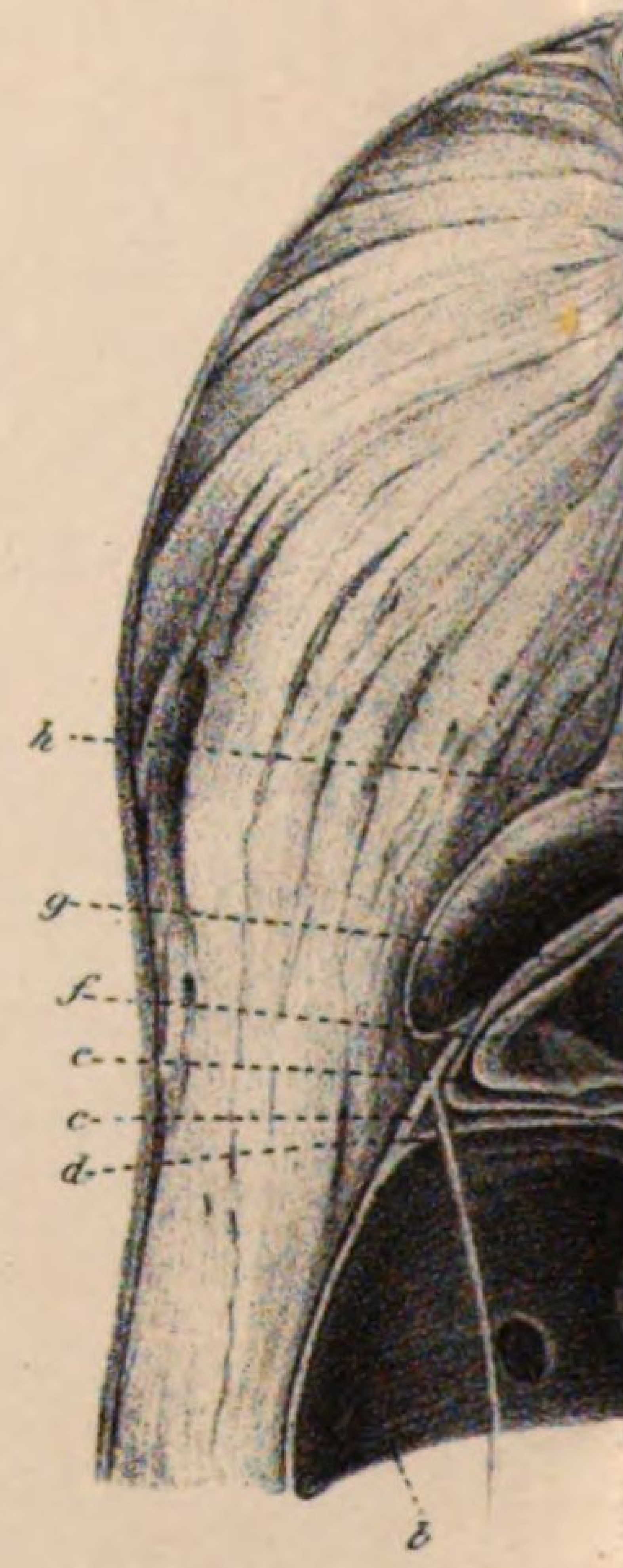
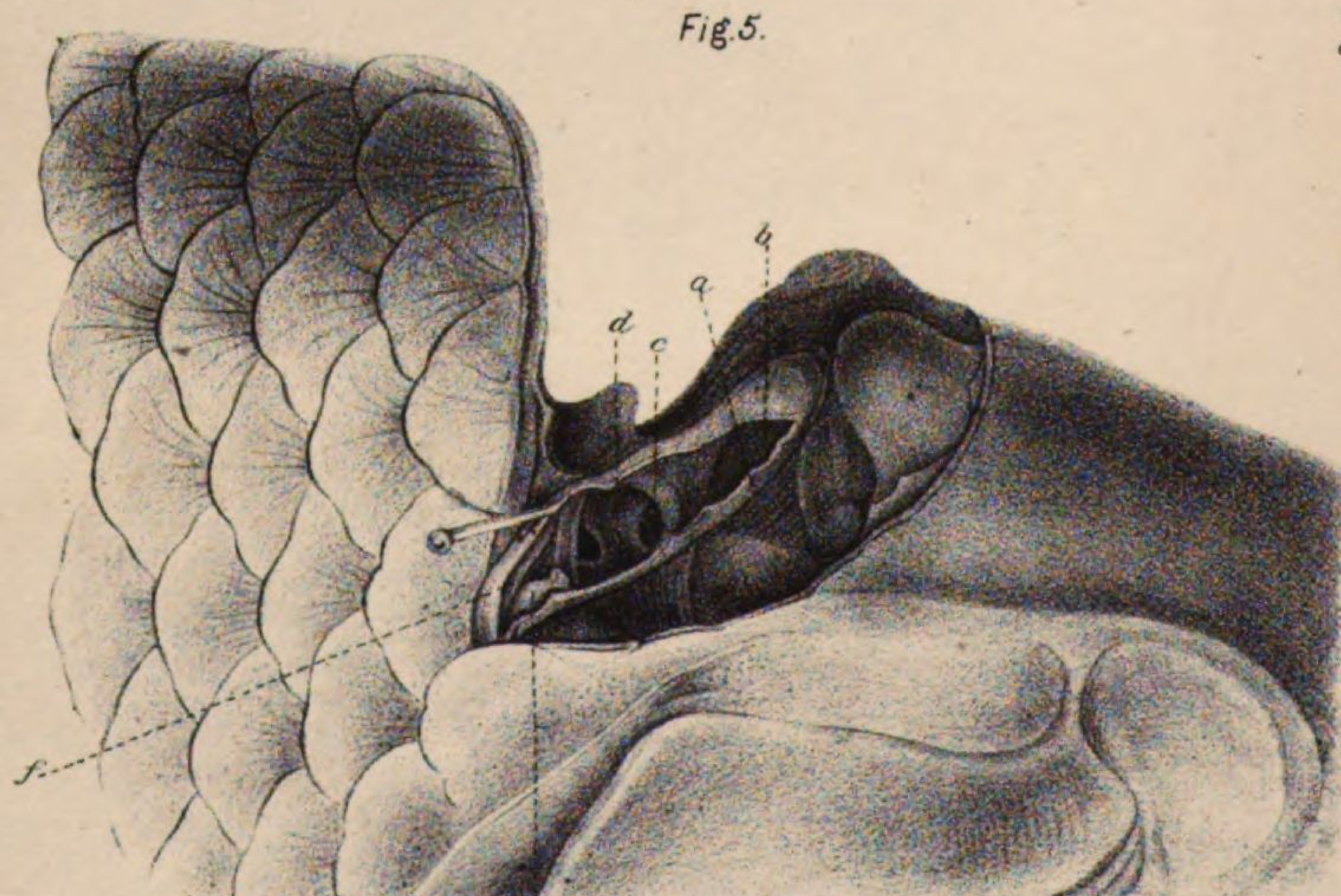


Fig. 5.



Rabus del.

Fig. 12.

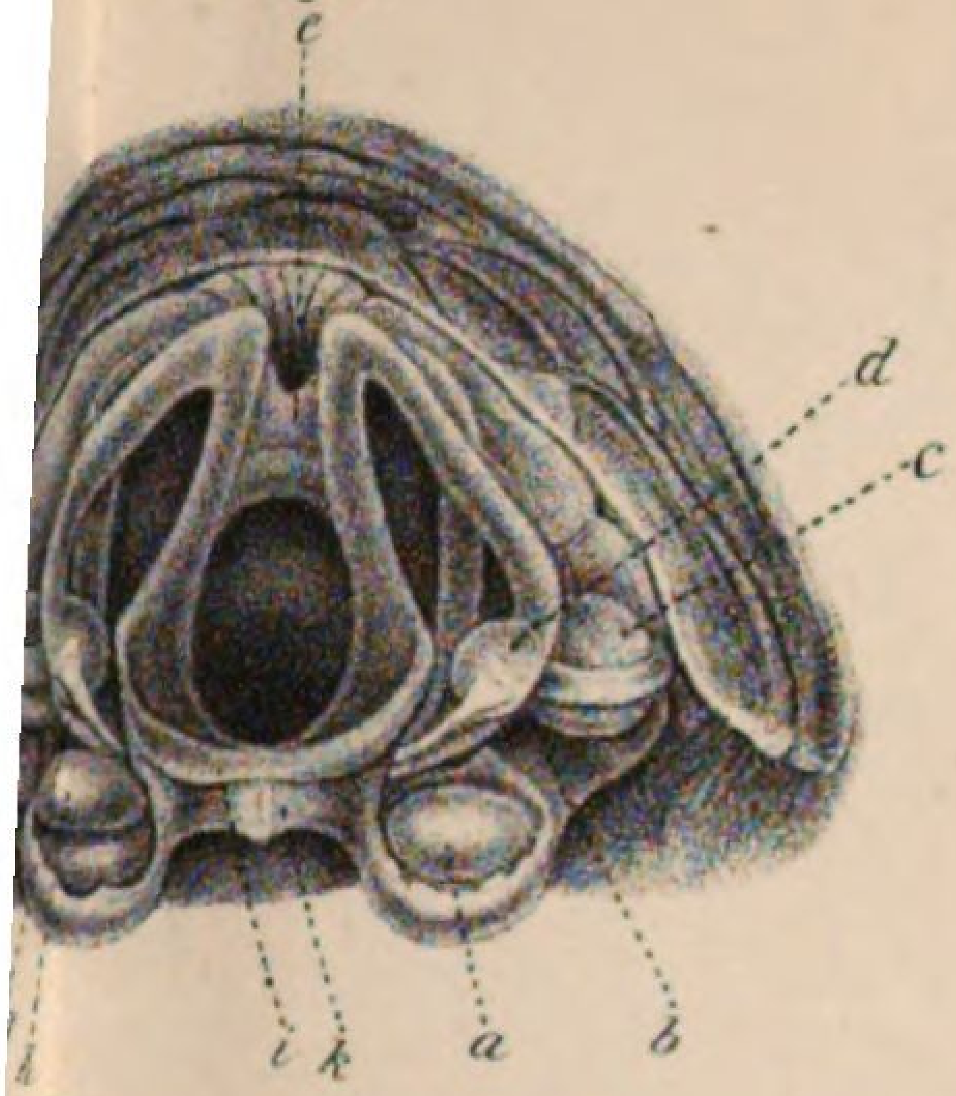


Fig. 4.

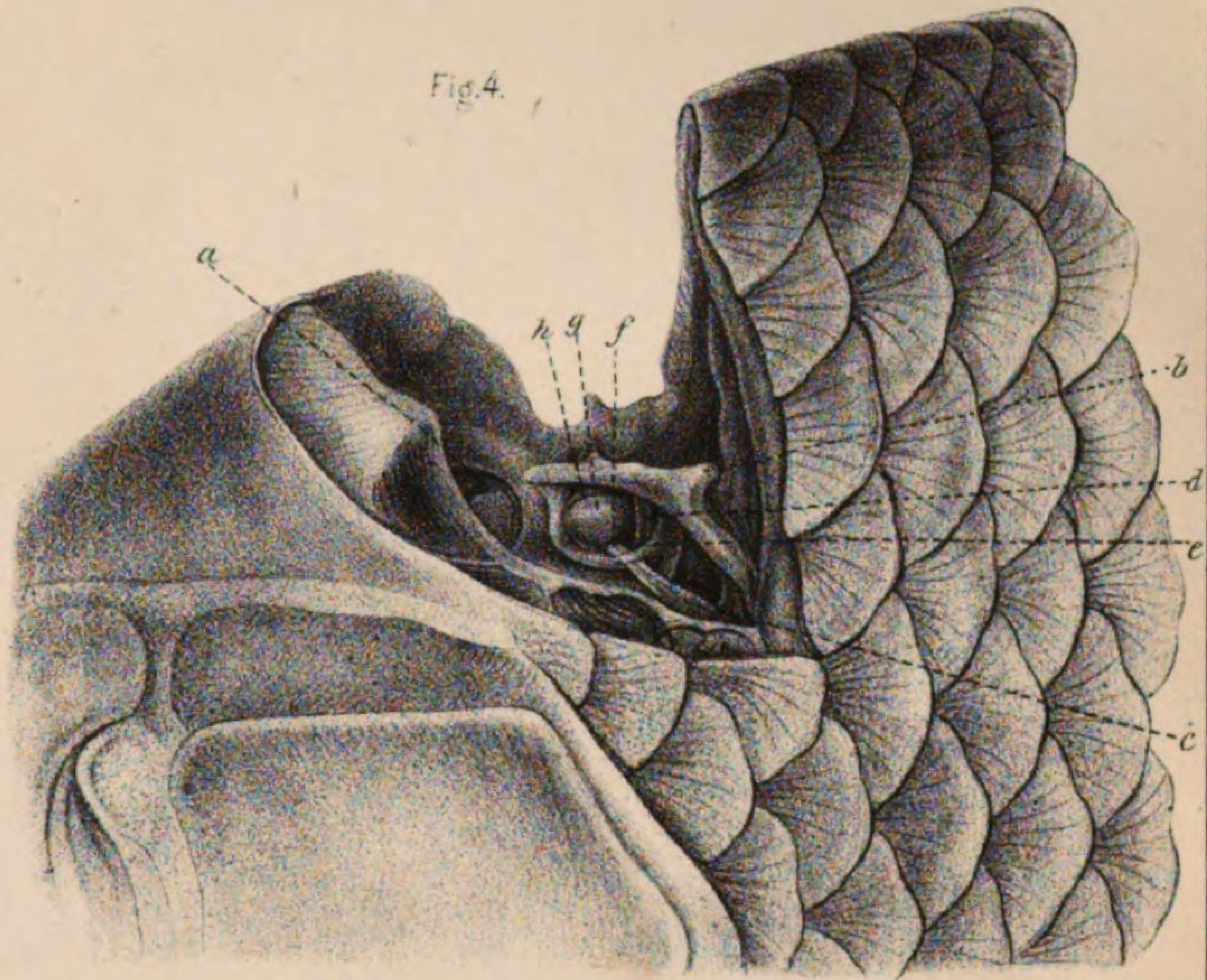


Fig. 1.

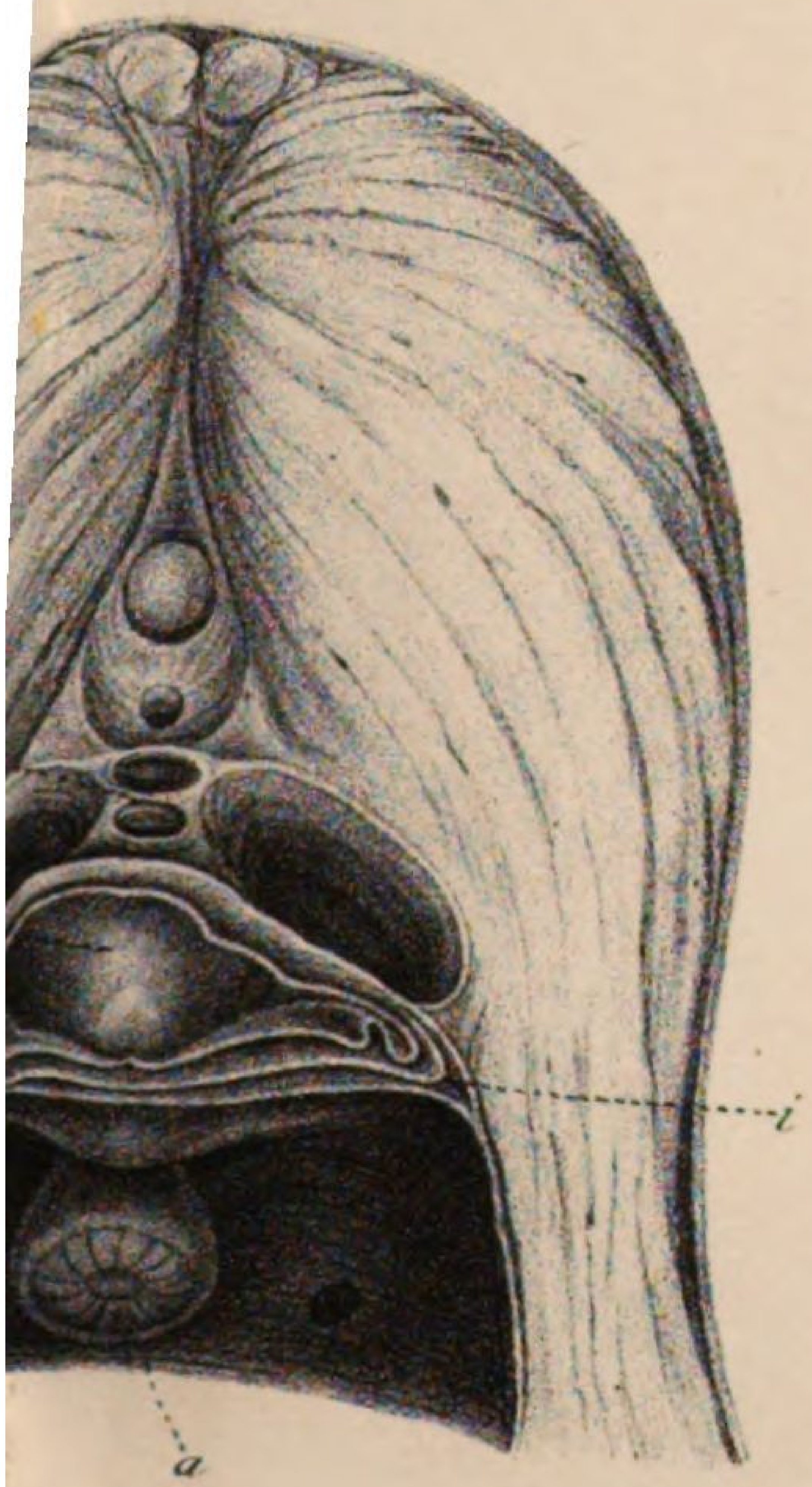


Fig. 2.

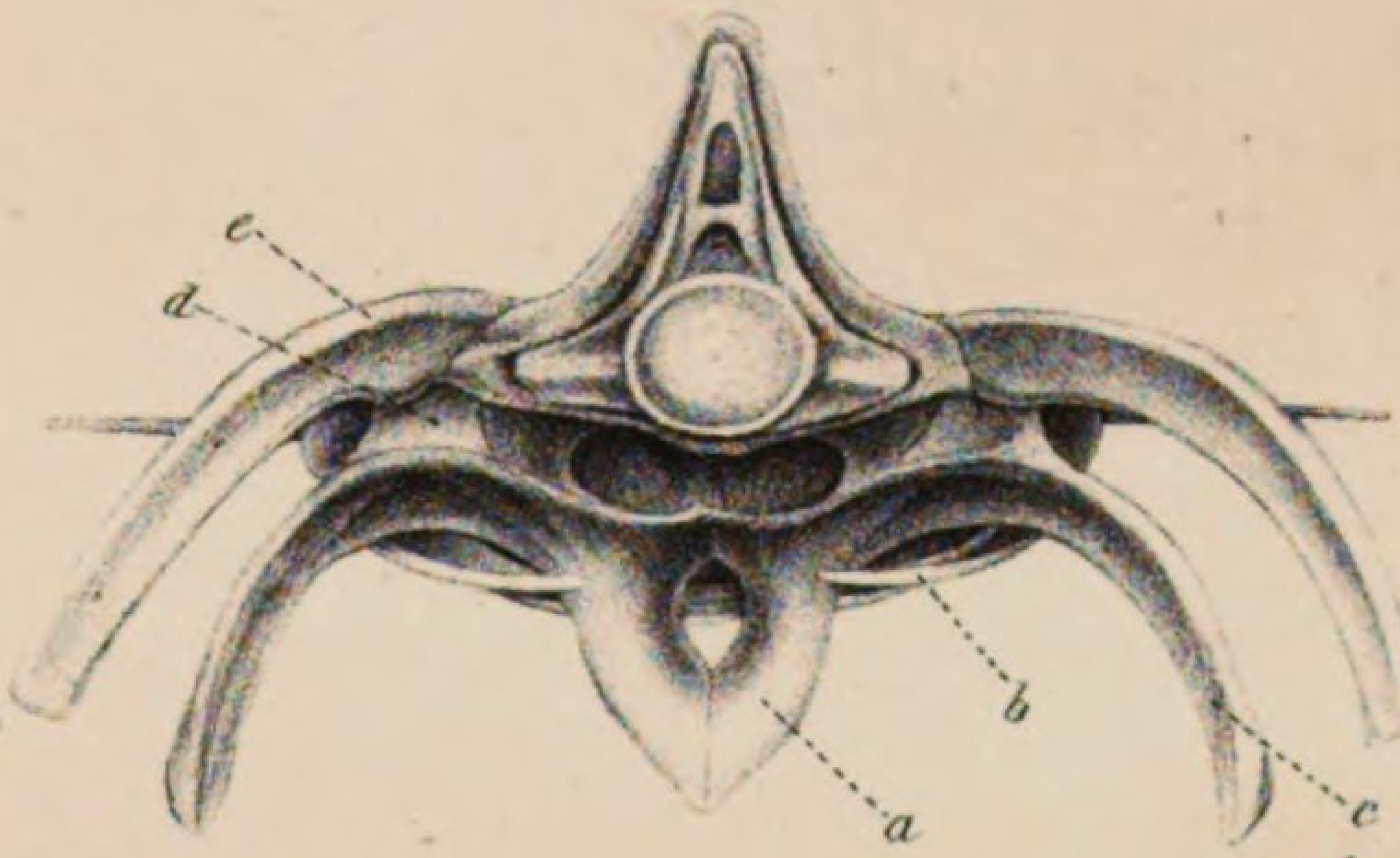
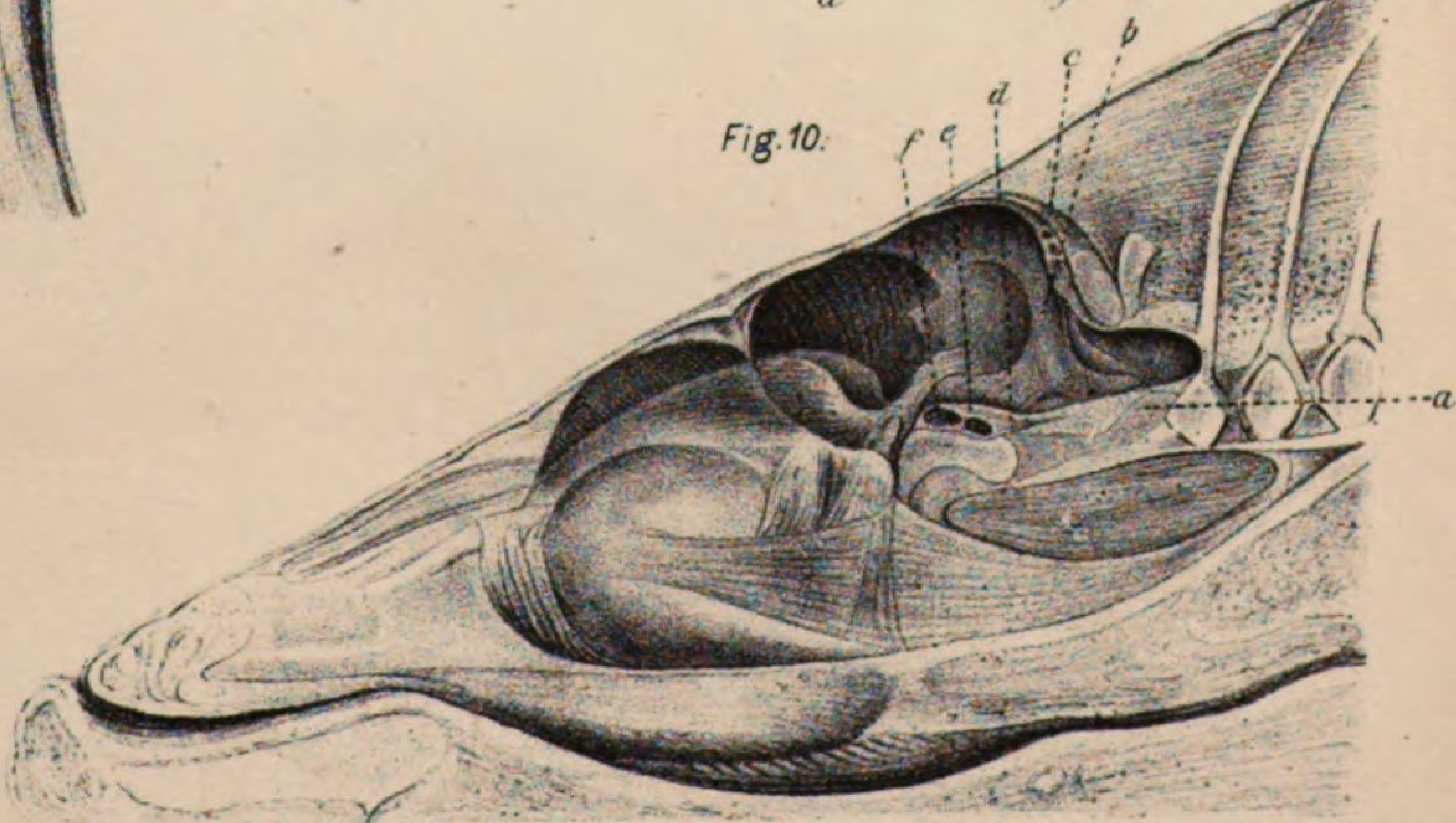


Fig. 10.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 7.

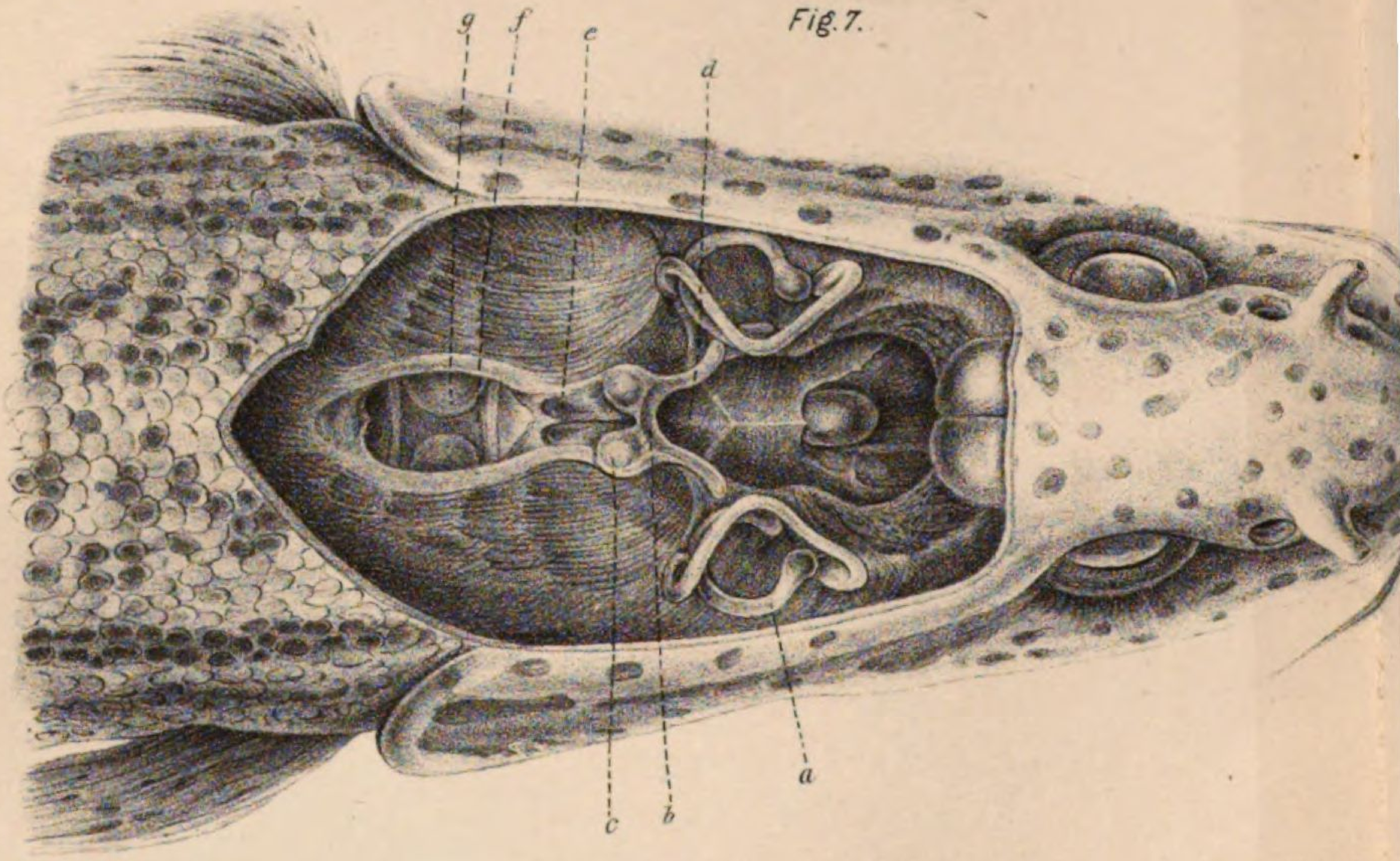
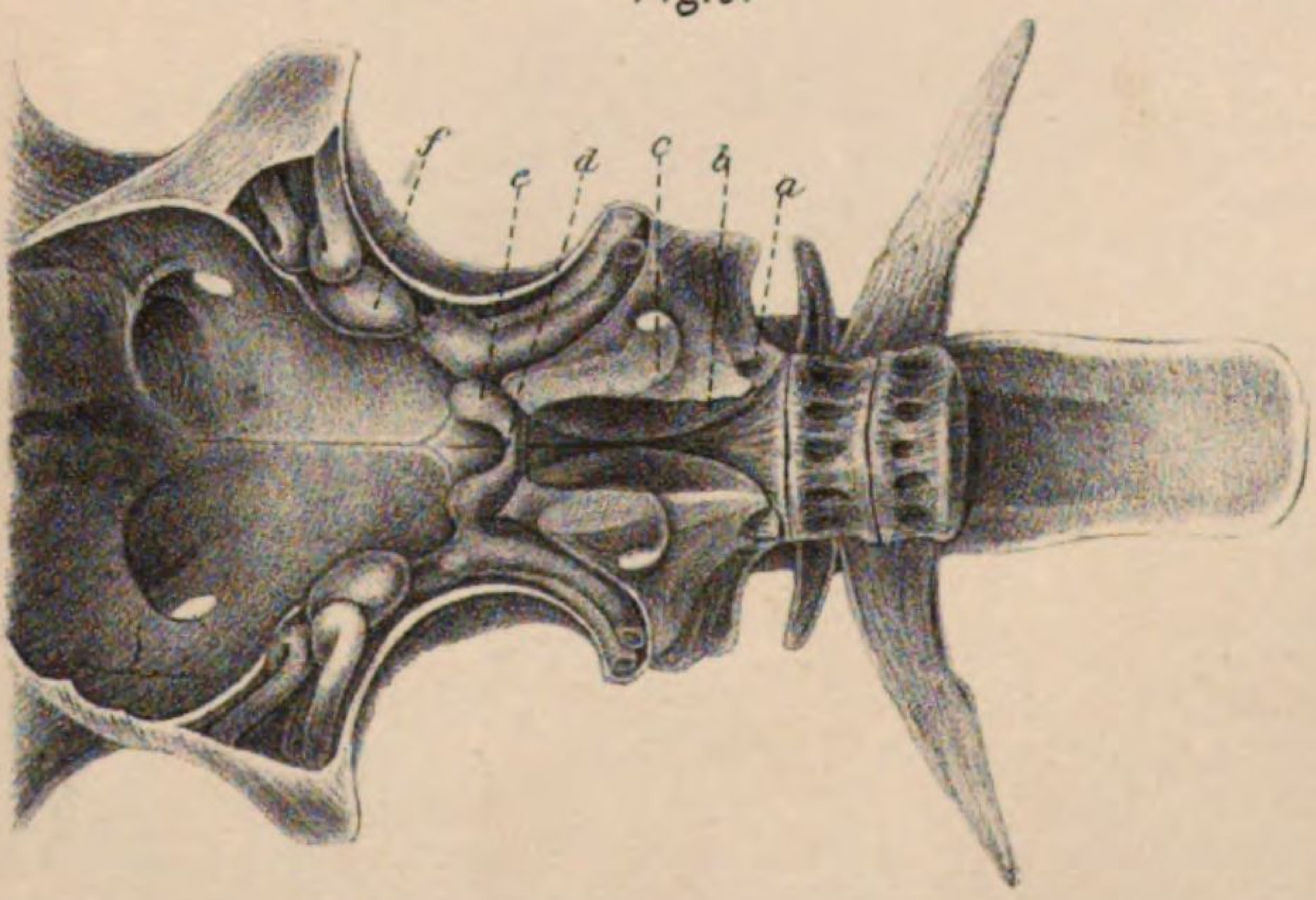
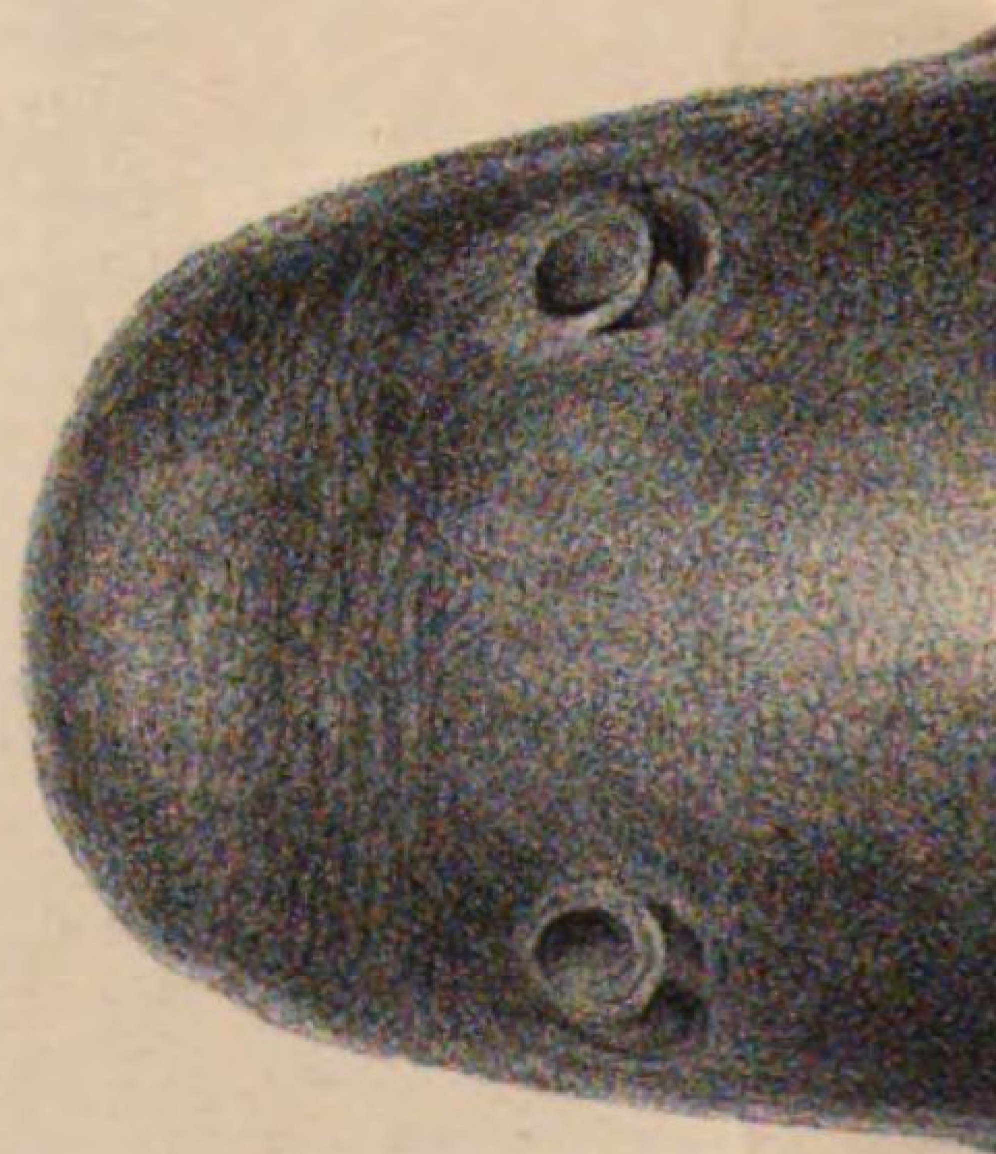


Fig. 6.





Rabus del.

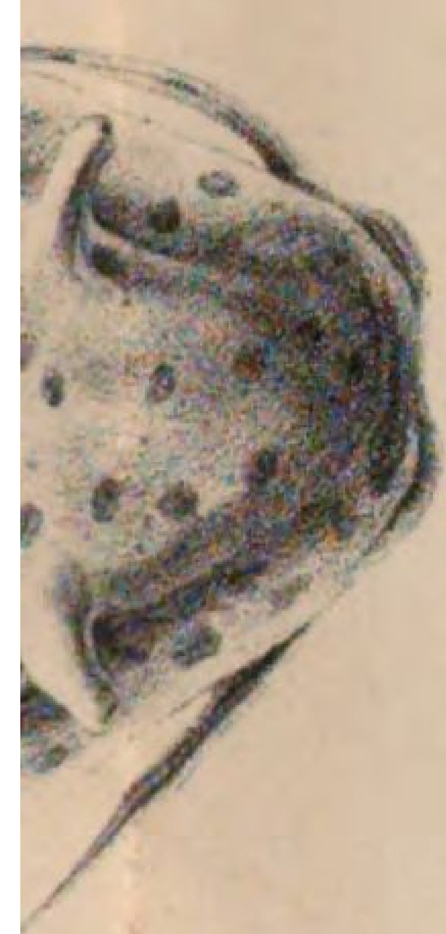


Fig. 8.

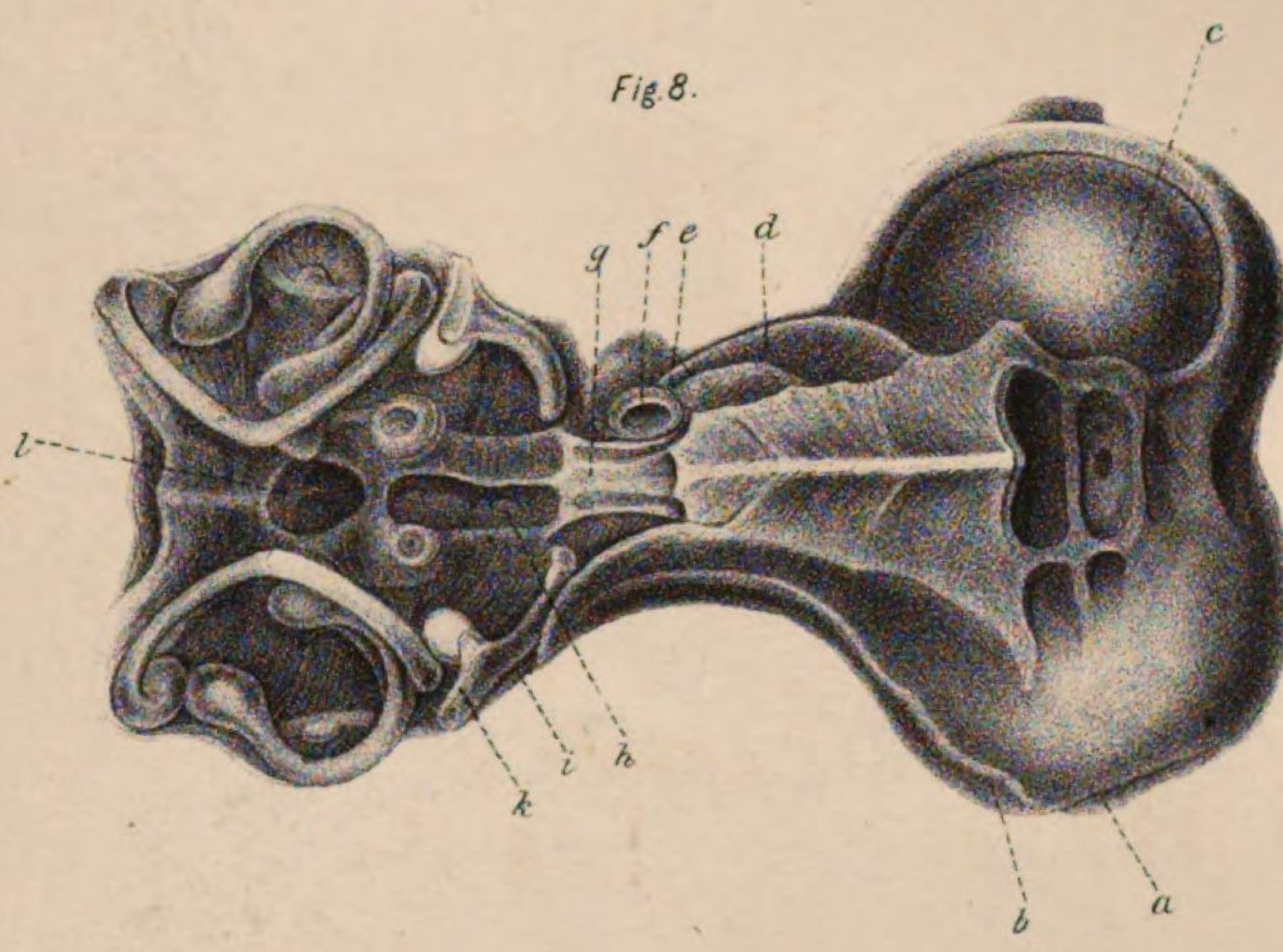
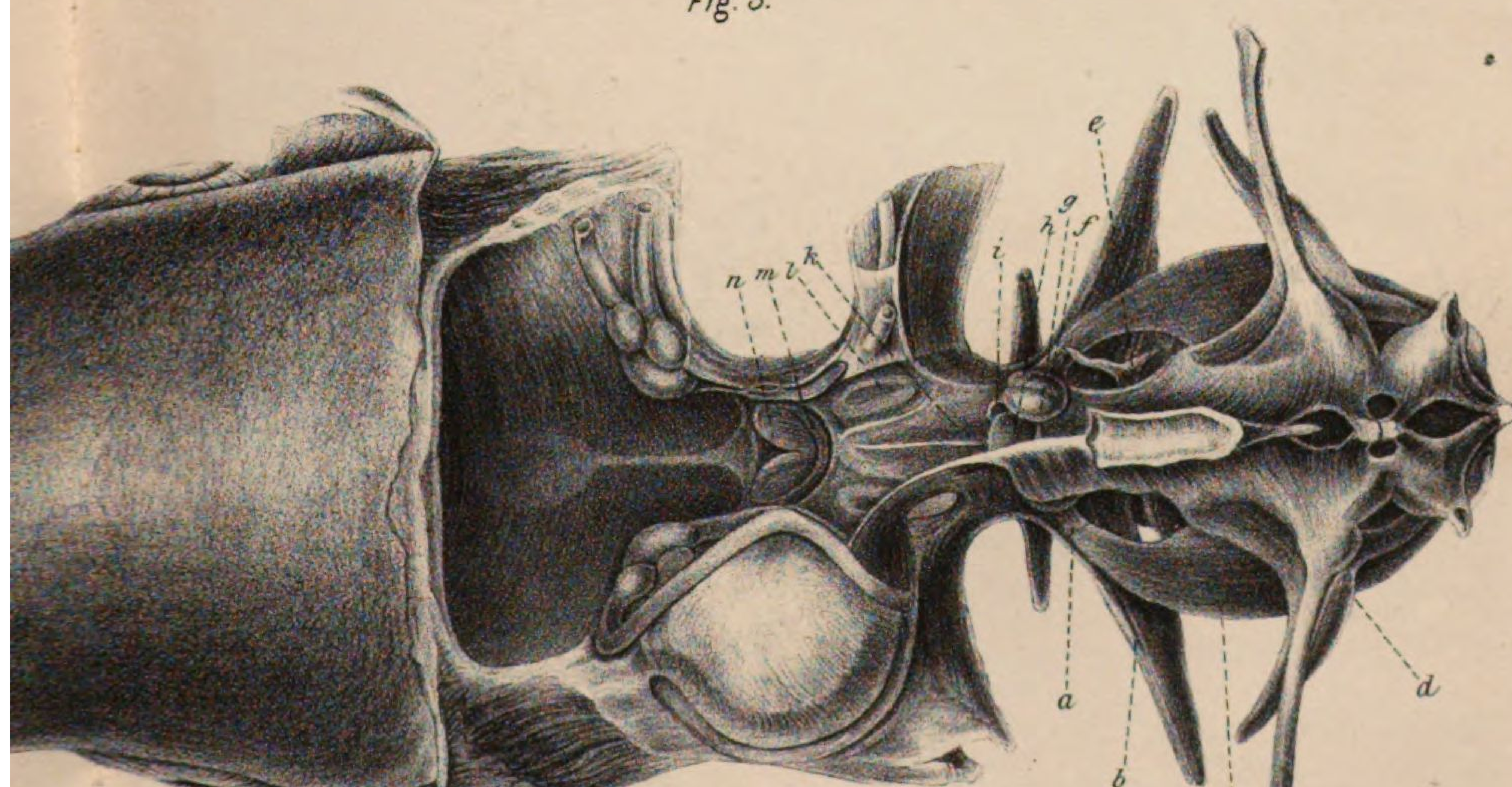


Fig. 3.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^2/_1$. Schnitt durch den oberen Theil des Rumpfes von *Cyprinus orfus*. Vordere Hälfte. *a*. Verdauungstraktus. *b*. Pigmentlamelle des *peritoneum*. *c*. Oberes Bauchfellblatt. *d*. Unteres Bauchfellblatt. *e*. *tunica externa* der Schwimmblase. *f*. *tunica interna* derselben. *g*. Kreisförmige Verdickung der Wand der Schwimmblase an der Stelle der Anheftung. *h*. Gefässe. *i*. *saccus lymphaticus vesicae* in den auf der anderen Seite eine Borste vom *saccus paravertebralis* eingeführt.

Fig. 2. Vergr. $^2/_1$. Der Gehörknöchelchenapparat der Schwimmblase von *Cyprinus orfus*, von hinten gesehen. *a*. Dreieckige Befestigungsplatte der Schwimmblase mit centraler Durchbohrung. *b*. Hinterer Fortsatz des *malleus* zur Befestigung an der *vesica*. *c*. Rippenähnlicher Fortsatz der Hämapophyse des dritten Wirbels. *d*. Befestigungsbänder desselben an die vierte Rippe.

Fig. 3. Vergr. $^2/_1$. Kopf von *Cyprinus orfus* mit entleerter Schädelhöhle, freipräparirten Gehörorganen und den Knöchelchen der Schwimmblase. *a*. Bandmasse zwischen *malleus* und *stapes*. *b*. Seitlicher Fortsatz des zweiten Wirbels. *c*. *malleus* mit dem *processus articularis* medianwärts ein wenig sichtbar. *d*. Hinteres Schwimmblasenende des Hammers. *e*. *incus*. *f*. *stapes*. *g*. *claustrum*. *h*. Verdickte Partie der *dura*. *i*. *apertura posterior cavi sinus imparis*. *k*. Deckplatten des *cavum sinus imparis*. *l*. Kapsel mit durchschimmernder Schnecke und dem Sacke. *m*. Verbindungsröhre (*sinus impar*) der beiden *sacculi*. *n*. Sack- und Schneckennerven.

Fig. 4. Vergr. $^2/_1$. Der *saccus lymphaticus paravertebralis* (*fossa auditoria*) geöffnet. *a*. Seitliches Hinterhauptsloch. *b*. Membran des Sackes. *c*. Vorderes Ende des *malleus*. *d*. Spinalnerven. *e*. Bandmasse zwischen *malleus* und *stapes*. *f*. *apertura externa atrii sinus imparis* ausgefüllt durch den *stapes g* und das *claustrum h*.

Fig. 5. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe Präparat von *Cyprinus orfus* mit herausgerissenem *stapes*. *a*. Seitliches Hinterhauptsloch. *b*. Membran der *fossa auditoria*. *c*. *apertura posterior cavi sinus imparis* im *atrium*. *d*. *claustrum*. *e*. Vorderes Ende des *malleus*. *f*. Spinalnerv.

Fig. 6. Vergr. $^2/_1$. Hinterer Theil der ausgeleerten Schädelhöhle von *Cyprinus orfus* mit geöffneter *cavitas sinus imparis*. *a*. *apertura posterior cavi sinus imparis*. *b*. *cavum sinus imparis* geöffnet durch Wegnahme der Deckplatten. *c*. Behälter für Sack und Schnecke. *d*. Verbindungsröhre der beiden *sacculi*. *e*. Vorderes, stumpfes Ende derselben. *f*. *recessus utriculi*.

Fig. 7. Vergr. $^4/_1$. Schädelhöhle von *Cobitis fossilis*, herauspräparirte Gehörorgane, vorderer Theil der Rückenmarkshöhle von oben geöffnet. *a*. Horizontaler Bogengang. *b*. Verbindungsröhre der beiden *sacculi*. *c*. Kapsel für Sack und Schnecke. *d*. *fossa hypophyseos*. *e*. Deckplatten des *cavum sinus imparis*. *f*. Rückenmarkshöhle. *g*. *stapes*.

Fig. 8. Vergr. $^4/_1$. Schädelhöhle, Gehörorgane, Knöchelchen der Schwimmblase und Schwimmblasenkapsel von *Cobitis fossilis* präparirt. *a. introitus capsulae vesicae*. *b.* Röhre der Hämapophyse des zweiten Wirbels. *c.* Schwimmblase. *d. malleus*. *e.* Knochenstäbchen (*incus*) zur Verbindung mit dem *stapes*. *f.* Verdickung der *dura* an der Oberfläche des ersten Wirbels. *h. cavum sinus imparis* durch Wegnahme der einen Deckplatte geöffnet. *i.* Verbindungsröhre der beiden *sacculi*. *k.* Schnecken- und Sacculuskapsel. *l. fossa hypophyseos*.

Fig. 9. Vergr. $^2/_1$. Gehirn, Gehörorgane und Rückenmark von *Clupea harengus*, von oben gesehen. *a.* Horizontaler Bogengang. *b. bulla posterior*. *c.* Knorpelartige, obere Commissur um den *aquaeductus vestibuli*.

Fig. 10. Vergr. $^3/_1$. Schädelhöhle von *Clupea harengus* median durchschnitten. *a. basi-occipitale*. *b.* Durch die knorpelartige *dura* schimmernde Bogengangcommissur. *c.* Obere Knorpelverbindung mit dem durchschnittenen *lumen* des *aquaeductus*. *d.* Knorpelartige *dura* an der Schädelbasis. *e.* Scheidewand des lymphatischen Raumes an der Schädelbasis.

Fig. 11. Vergr. $^2/_1$. Gehirn, Gehörorgan und *bullae osseae vesicae* von der Seite. *Clupea harengus*. *a. foramen ovale* mit *sacculus*. *b.* Schnecke. *c.* Zuleitungsrohr des häutigen Schwimmblasenkanals. *d. bulla posterior*. *e.* Vordere Ampullen. *f.* Mündung des *bulbus accessorius*. *g. bulla anterior*. *h.* Durch eine Membran verschlossene, seitliche Schädelöffnung.

Fig. 12. Vergr. $^3/_1$. Gehörorgan, *cavum lymphaticum, bulla anterior* von *Clupea harengus* präparirt und von vorne gesehen. *a.* Vorderes Schwimmblasenende. *b.* Knochenraum für den *bulbus accessorius*. *c. bulla posterior*. *d.* Vordere Ampullen. *e.* Obere, knorpelartige Verdickung der *dura* mit durchschimmernden *aquaeductus vestibuli*. *f. bulbus accessorius*. *g. nervus utriculi*. *h.* Auf dem vorderen Ende der Schwimmblase in der *bulla anterior* gelegene Fortsetzung des Gewebes des *cavum lymphaticum* der Schädelbasis. *i.* Untere, knorpelartige Verdickung der *dura*. Decke des *cavum lymphaticum*. *k.* Schädelbasis.

XV.

Ueber den Bau des Gehörorganes von *Siredon pisciformis* und über die vergleichende Anatomie des Kiefersuspensorium.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXIX.

In meinen bisherigen Arbeiten über das Gehörorgan der Wirbelthiere gelang es mir eine continuirliche Entwicklungsreihe dieses so wichtigen Sinnesorganes nachzuweisen. Von der einfachsten, bei den *Cyclostomen* vorkommenden Form sehen wir durch Umbildungen schon in den niedersten Formen nachweisbarer Theile immer grössere Complicationen auftreten, ohne dass dieselben aus dem Rahmen einer bestimmten Gesetzmässigkeit heraustreten. Immerhin zeigten sich jedoch bei den von mir beschriebenen Formen Lücken, die, wenn auch nicht das Wesen der Grunderscheinungen afficirend, dennoch sich störend geltend machten und deren Ausfüllung mit grösster Wahrscheinlichkeit eine weitere Bestätigung des innigen Zusammenhanges der Bildungen und der allmäligen Fortbildung zu höheren Formen bringen würde. Namentlich zeigte sich eine klaffende Lücke zwischen dem einfachen Gehörorgane der Teleostier und dem schon recht complicirten der Batrachier und andererseits zwischen Vögeln und Reptilien, und ich habe mich nun bestrebt, dieselben, wenn auch nicht vollkommen verschwinden zu machen, so doch wenigstens bis auf ein Minimum zu reduciren und ich freue mich, dass dabei weitere Stützen für meine Ansichten gewonnen und manchmal auch Gelegenheit geboten wurde, weniger sicher begründete zu berichtigen. Ich habe neben *Triton* und *Salamandra maculata*, auf deren Verhältnisse ich eingehender in der Schlussabhandlung zu sprechen kommen werde, vor allem *Siredon pisciformis*, den ich der Güte Kölliker's verdanke, und dann die Natter und das Crocodil untersucht und ich glaube damit, nachdem ich die Morphologie des häutigen

Gehörorganes der Säugethiere unter vergleichend anatomischen Gesichtspuncten berücksichtigt, der Arbeit über das Gehörorgan der Wirbelthiere ein Ziel setzen zu können, in der Hoffnung, dass dieselbe nicht vergebens und dass sie vor allen Dingen eine Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem schwierigen Gebiete werden möge.

Eine eingehendere Darstellung des uns hier beschäftigenden Themas aus früherer Zeit existirt nicht und es hängt das wohl mit der bis in die jüngste Zeit hinein grossen Seltenheit des Untersuchungsmateriales zusammen, da im Uebrigen die Untersuchung in den allermeisten Puncten im Ganzen genommen wenig Schwierigkeiten bereitet, ja leichter auszuführen ist, wie manchmal bei den Fischen oder gar bei den Fröschen und Reptilien. Die ersten Notizen, sowohl über das häutige Gehörorgan wie über die Gehörkapsel und über das Gehörknöchelchen, finde ich in der bekannten Abhandlung von WINDISCHMANN [1]), die namentlich mit Bezug auf die *columella* vollständiger sind, als manche Angaben der später folgenden Autoren. Weitere Anhaltspuncte für die richtige Auffassung, namentlich der um die Gehörkapsel gelagerten Knochen, findet man in der schönen Abhandlung von GEGENBAUR und FRIEDREICH: »Der Schädel des Axolotl (*Siredon pisciformis*)« [2]). Vor allen Dingen habe ich aber der Arbeit von CALORI: »Sull anatomia del Axolotl« [3]) Erwähnung zu thun, die, sowohl was Text, als namentlich auch Abbildungen betrifft, viele schätzenswerthe Aufklärungen giebt. Ich werde an den betreffenden Orten auf alle diese Angaben zurückkommen.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf Thiere des verschiedensten Alters und es ist nicht unwichtig darauf von vorne herein aufmerksam zu machen, da namentlich die Kapsel des Gehörorganes in den verschiedenen Altersstufen Differenzen zeigt, die, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, leicht zu unvollkommenen Vorstellungen führen können, wenn man, wie es bei mir der Fall, nicht gleich im Anfange vollkommen ausgewachsene Thiere zur Disposition hat.

Der Gehörapparat des Axolotl bietet zunächst insofern ein besonderes Interesse, als wir hier zum ersten Male in sehr einfacher Form einen Schallzuleitungsapparat auftreten sehen, von dem es mir jedoch, worauf ich später zurückkomme, einigermassen zweifelhaft, ob derselbe wirklich als solcher eine so hervorragende Rolle spielt, wie das ja bei allen höheren Thierclassen der Fall, und ob nicht vielmehr die Schallzuleitung wesentlich durch Hülfe der Schädelknochen zu Stande kommt. Immerhin begründet diese Bildung, abgesehen von den Besonderheiten des

1) De penitiori auris in amphibiis structura. 1831.

2) Berichte von der königlichen zootomischen Anstalt zu Würzburg für das Schuljahr 1847—48.

3) Memorie dell'academia, delle science, dell'istituto di Bologna. Tom. III. Fasc. 3.

Gehörbläschens selber und deren Kapsel, eine höhere Stufe der Entwicklung gegenüber sämmtlichen Fischen, eine Entwicklung, die Hand in Hand geht mit der Reduction des Kiemenapparates. Die Gehörkapsel, das knöcherne Labyrinth, welches, wie ich wohl kaum besonders hervorzuheben brauche, da sämmtliche Wirbelthiere dasselbe Verhalten zeigen, zwischen der Durchtrittsstelle des *vagus* und *trigeminus* (Fig. 3 *a. h*, Fig. 4) an der Seitenwand des Schädels sich findet, ist wie bei den Fischen nach aussen, hinten von dem Kiemenapparate (Fig. 1 *m*) und nach aussen von dem Kieferstützapparate (Fig. 1 *g. k*), dem *palatoquadratum*, überlagert. Auf das Verhältniss des ersteren werde ich nur in soweit zu sprechen kommen, als es zum näheren Verständniss des uns beschäftigenden Gegenstandes nothwendig ist.

Das Kiefersuspensorium liegt weder vollständig, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, noch unvollständig (ein Theil des *os squamosum*), wie bei den Fröschen, unmittelbar unter dem Integumente, sondern zeigt sich, wie bei den Fischen und Schlangen, von starken Muskeln bedeckt und zwar vorne vom *masseter* (Fig. 1 *d*), aussen von dem *depressor maxillae* (Fig. 1 *c*) und hinten von dem *abductor superior* der Kiemenbogen (Fig. 1 *a*, Calori Fig. 15). Diese trennen dasselbe vollkommen von der Haut. Nur eine geringfügige, leistenartige Erhebung, die zum Ursprunge der Muskeln dient (Fig. 1, Calori Fig. 15 *c*), an dem Uebergange des horizontalen in den schräg nach abwärts gehenden Theil des *suspensorium*, macht in dieser Beziehung eine Ausnahme. Es scheint mir nicht ganz unwichtig dieses Umstandes, dass nur ein sehr minimaler Theil des *palatoquadratum* unmittelbar unter dem Integumente zu liegen kommt, Erwähnung zu thun, da wir ja zum ersten Male bei den Batrachiern, bei denen sich der äussere Rand des *squamosum* (Taf. XVIII, Fig. 9 *c*) und der mit ihm vereinigte obere Theil des *quadratum* zwischen dem *depressor maxillae* und den Kaumuskeln unter die Haut vorschiebt, ja sogar in der Weise, dass das *squamosum*, der obere Theil des Kiefersuspensorium einen Fortsatz (den vorderen Arm des *tympanicum*, Ecker) vor dem *temporalis* weg unter das Integument schickt, eine Differenzirung der äusseren Haut in Gestalt des Trommelfelles auftreten sehen, während wir bei denjenigen Thieren, bei denen, wie bei den *Perennibranchiaten*, ja weiter sogar den Schlangen, das *suspensorium* zum grössten Theil von Muskeln bedeckt ist, keine solche Bildung finden. Ob überhaupt ein Causalzusammenhang, wie es fast den Anschein hat, zwischen der Differenzirung des Integumentes zum Trommelfell und der totalen oder partiellen, subcutanen Lagerung des Kiefertragapparates vorhanden ist, und in diesem Falle, welcher, darüber vermag ich nichts weiter auszusagen. Immerhin mag auf die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges aufmerksam gemacht sein. Erklärlich wird aber durch

die Ueberlagerung des *suspensorium* von Seiten der Muskeln, wie der Gehörknöchelchenapparat, der mit demselben in unmittelbarem Zusammenhange steht, bei diesen Thierclassen sich nicht mit dem Integumente, mag dasselbe sich nun modificiren oder nicht, verbinden kann.

Das Kiefersuspensorium, dessen Entwicklung, wie wir bereits früher gesehen, bei dem grössten Theile derjenigen Thiere, denen die Kiemen mangeln, mit der Ausbildung der Paukenhöhle, der wir zum ersten Male bei den Fröschen begegnen, Hand in Hand geht und das ausserdem, wie schon vorhin angedeutet, bei denjenigen, denen ein *cavum tympani* und ein Trommelfell fehlt, zur Befestigung des Schallzuleitungsapparates dient, wollen wir nun zunächst in Betracht ziehen und das umsomehr, weil ich damit Gelegenheit finde, einige Irrthümer in meiner Abhandlung über das Gehörorgan der Fische zu berichtigen. Zugleich hoffe ich die allgemeinen morphologischen Verhältnisse desselben etwas klarer und besser begründet hinstellen zu können, als es bis dahin von mir geschehen.

Durch ein weiteres Studium, welches ich im letzten Jahre der allgemeinen Morphologie des Schädels gewidmet, bin ich zur Klarheit darüber gekommen, dass die Homologien, welche ich zwischen dem *hyomandibulare* und *symplecticum* einerseits, und dem *quadratum* andererseits, dann zwischen dem *quadratum* (Gegenbaur) und dem *quadratojugale* der Batrachier und einiger höherstehenden Thiere aufstellte und die mit den von Hallmann geäusserten Anschauungen identisch, falsch und dass Gegenbaur's Ansicht richtig, dass das *hyomandibulare* und *symplecticum*, ein bei den Teleostiern in voller Entwicklung vorhandenes Knochenpaar in den nächstfolgenden, höheren Thierclassen als solches verschwindet und dass das von Hallmann und mir als *quadratojugale* bezeichnete Knochenstück in der That dem *quadratum* der höheren Thiere homolog. Ich schliesse mich dabei vollkommen den Gründen an, die Gegenbaur in der zweiten Auflage seiner vergleichenden Anatomie dafür entwickelt. Meine Folgerung mit Bezug auf die Gelenkverbindung des Unterkiefers mit den Kiefergerüstknochen bei den Batrachiern muss demnach auf anderer Basis aufgebaut werden, und dazu bin ich jetzt, da ich die Mittelglieder, die *Perennibranchiaten*, in Betracht gezogen, besser im Stande. Der Fehler lag darin, dass ich bei Aufstellung der Homologien viel zu sehr die Teleostier habe in den Vordergrund treten lassen, während vorzugsweise die *Plagiostomen* die Grundlage für eine Vergleichung hätten bilden müssen, wie Gegenbaur dasselbe in der neuesten Zeit mit immer steigendem Erfolge thut. Das erhellt bei der Betrachtung des Kiefersuspensorium von *Siredon pisciformis*, das, wie ich bei Vergleichung der mir zugängigen übrigen *Perennibranchiaten*, *Proteus anguineus* und *Siren lacertina* finde, wohl die niederste Form repräsentirt, auf das Klarste.

Erscheint bei den Teleostiern das *hyomandibulare* und *symplecticum* als Zwischenglied zwischen den Knochen des Kiefergerüstes, dem *palatoquadratum* und der Schädelhinterfläche, speciell des Aussenrandes der oberen Wand der Labyrinthkapsel, der durch das *os squamosum* gebildet wird, das ich jetzt nicht mehr mit dem *os squamosum* der Batrachier und der höheren Thiere, sondern lieber mit dem äusseren Fortsatze der Gehörkapsel, der sich auch bei den *Plagiostomen* findet und den ich früher als *processus squamosus* des *prooticum* beschrieben und als dem *tegmen tympani* der Menschen gleichwerthig gesetzt habe, homologisiren möchte, so finden wir bei *Siredon*, wie bei den *Selachiern*, das *palatoquadratum* direct mit dem Schädel in Verbindung stehend. Es ist, wie bei diesen Thieren, eine Knorpelmasse, welche in grosser Ausdehnung mit dem Primordialkranium in Verbindung tritt und zwar an der Schädelbasis mit dem Homologon des *basisphenoidale* und der *ala magna*, von denen das erstere noch knorpelig nach unten von dem *parasphenoidale* bedeckt ist, und somit auch mit dem unteren Theile der Gehörkapsel und ferner vor allem mit dem alsbald zu erwähnenden *processus squamosus* des *prooticum*. Diese nach vorne, aussen und abwärts gekrümmte Knorpelmasse (Fig. 2), die an ihrem freien Ende die Gelenkverbindung mit dem Unterkiefer zeigt und von den vorhin geschilderten Muskeln überlagert ist, zeigt nun aber insofern eine höhere Differenzirung, als dieselbe, wie es Gegenbaur und Friedreich sehr schön zeichnen und beschreiben, mehrere Verknöcherungen theils an der Oberfläche, theils im Inneren aufweist, die sich bei den höheren Classen in weiterer Entwicklung als selbständige Schädelknochen darstellen. Ein nach vorne zum *palatinum* ziehender Fortsatz, der vorzugsweise von demjenigen Theile der Knorpelmasse ausgeht, welcher mit den an der Schädelbasis befindlichen Theilen der Spitze der Gehörkapsel, dem *basisphenoidale* und der *ala magna*, in Verbindung tritt, verknöchert grösstentheils zum *pterygoideum*, und erklärt somit, wenn der Ossificationsprocess vollständig auch die soeben erwähnte knorpelige Partie ergriffen, wie bei den *Salamandrinae* und *Batrachia* das *os pterygoides* mit den an der Schädelbasis befindlichen Knochen, die ich bei den Fröschen geschildert, articuliren kann. Ferner zeigt sich, nach Art eines Belegknochens, auf der gekrümmten Aussen- und Oberfläche der Knorpelmasse, die in den *processus squamosus* des *prooticum* (Fig. 4) übergeht, ein oberhalb der Gehörkapsel mit dem *parietale* zusammenstossender Knochen (Fig. 1, Fig. 2), der etwas oberhalb der Articulation mit dem Unterkiefer zugespitzt endet. Diesen erachte ich als das Homologon des *os squamosum*, der *squama ossis temporum* der höheren Thiere, ich glaube aber, wie schon vorhin erwähnt, nicht, dass er dem *squamosum* der Teleostier gleichwerthig. Er tritt hier zum ersten Male als Belegknochen des Palatoquadratknorpels auf, während das *os*

squamosum der Teleostier am Schädel selbst gebildet wird, ja durch das *hyomandibulare* und *symplecticum*, die nicht dem *palatoquadratum* zugehörig, von dem eigentlichen Kiefersuspensorium getrennt ist. Dieser Knochen besitzt in der Höhe des Aussenrandes der oberen Fläche der Labyrinthkapsel die schräg nach hinten und abwärts ziehende, niedrige Leiste (Fig. 1 *h*), die den früher erwähnten Muskeln zur Anheftung dient. Die dritte Verknöcherung finden wir vorne, unten von der Spitze des *os squamosum* an dem Gelenktheile zur Verbindung mit dem Unterkiefer Diese zeigt oben eine Spitze und ist unten verbreitert und bildet damit einen Theil der Gelenkfläche, und zwar den äusseren, während der innere als unverknöcherter Theil des *palatoquadratum* knorpelig erscheint. Diesen Knochen betrachte ich mit Gegenbaur und Friedreich als das *quadratum*, trotzdem mir anfänglich ein Verhalten bei *Siren lacertina* den Gedanken nahe legte, ob wir es nicht als ein *quadratojugale* aufzufassen hätten. Ich fand nämlich an der einen Hälfte des in unserer Sammlung befindlichen Schädels, an der Hinterfläche des der Gehörkapsel angelagerten Knochens des Kiefersuspensorium, der dem *squamosum* des Axolotl homolog, eine feine Furche, die ganz den Eindruck macht, als sei hier ursprünglich eine Trennung in einen oberen Deckknochen, dem eigentlichen *squamosum*, und in ein darunter liegendes *quadratum* vorhanden gewesen, welch letzteres sich nur dadurch von dem des *Siredon* unterscheidet, dass es den ganzen Rest des Palatoquadratknorpels absorbirt und es wäre dann in diesem Falle der bei *Siren* vorkommende selbständige Knochen, der die Articulation mit dem Unterkiefer vermittelt, scheibenförmig gestaltet ist und mit Bezug auf die Lagerungsweise mit dem *quadratum* des Axolotl übereinstimmt, anders zu deuten. Allein da diese Andeutung einer Trennung auf der anderen Seite fehlt, so will ich bis auf Weiteres darauf kein besonderes Gewicht legen, und den oberen Theil des Kiefersuspensorium dieser Thiere als *squamosum* und diesen unteren Gelenkknochen als *quadratum* in Anspruch nehmen. Immerhin würde aber eine Vergleichung verschiedener Schädel und verschiedener Entwicklungszustände des Schädels, wozu mir leider das Material fehlt, mit Bezug auf diesen Punct am Platze sein.

Zeigt nun somit *Siren lacertina* ein *os squamosum* und *quadratum*, ersteres zur Verbindung mit dem Schädel, letzteres zur Verbindung mit dem Unterkiefer, gerade wie bei *Siredon*, so frägt sich jetzt, worin liegt denn die höhere Stufe der Entwicklung bei *Siren*, wie ich sie gleich zu Anfang als vorhanden behauptet, und wie zeigt sich das *pterygoideum*? Letzteres finde ich nicht angedeutet. Es müsste in dem Reste der *cartilago palatoquadrata* vorhanden sein, welcher sich von dem *quadratum* medianwärts zum *parasphenoidale* erstreckt und wie bei *Siredon* nach unten hin einen Canal abschliesst, welcher von vorne nach hinten, lateralwärts

von der Gehörkapsel, das Kiefersuspensorium durchsetzt (Fig. 2). Ich finde jedoch darin an dem vor mir liegenden Schädel keine Spur einer Ossification. Dennoch ist ein weiterer Fortschritt insofern vorhanden, als das *os quadratum* sowohl, wie das *squamosum* den ganzen Rest des über, respective unter ihnen gelegenen Knorpels absorbirt hat und dass somit das Kiefersuspensorium vorzugsweise aus Knochen besteht, während es bei *Siredon* im Wesentlichen noch knorpelig erschien. Das ist nun in einem noch höheren Grade bei *Proteus anguineus* der Fall, den ich somit in dieser Beziehung über *Siren* und in die unmittelbarste Nähe der *Salamandrinae* stelle, insofern bei diesen Thieren die gesammte *cartilago palatoquadrata* verschwunden und den sich daraus entwickelnden Knochen Platz gemacht hat und zwar in einer Weise, die den Verhältnissen der höheren Amphibien nahe steht. Das *os squamosum*, welches sich, wie bei *Siredon*, über der Gehörkapsel dem *os parietale* anlegt und die Verbindung mit dem Schädel vermittelt, ragt mit seiner Spitze viel weniger weit abwärts. Dafür hat aber das *os quadratum*, das durch eine feine Schuppennaht an der Mitte der Aussenfläche des Kiefergerüstes von dem *squamosum* getrennt ist, eine weit grössere Ausdehnung gewonnen und nähert sich in seinem oberen Theile, von dem unteren Ende der Schuppe überdeckt, weit mehr der Gehörkapsel und zwar dem *processus squamosus* derselben, während wir ihn bei *Siredon* sowohl, als bei *Siren* nur als einen wenig ausgedehnten Knochen am Unterkiefergelenk trafen. Auch bei *Proteus* bildet der Quadratknochen das Unterkiefergelenk, allein nicht ausschliesslich, sondern auch das medianwärts gelegene *os pterygoides* nimmt daran Theil und zwar mit einem lateralen Fortsatze, was nur dann bei *Siredon* der Fall sein würde, wenn dasselbe den medianwärts vom *quadratum* gelegenen Knorpelrest absorbirt. Dieser Knochen zeigt auch darin eine weitere Entwicklung, dass er sich direct, nicht, wie bei *Siredon*, durch Vermittlung eines Knorpelrestes des *palatoquadratum* mit der Schädelbasis einerseits und andererseits nach vorne zu mit Bestandtheilen des Oberkieferapparates verbindet. Diese Theilnahme des Flügelknochens an der Bildung des Gelenkes für den Unterkiefer findet sich ähnlich bei *Salamandra maculata*, wenn auch nicht bei *Triton*. Dort ist die Oberkiefer- und Schädelbasisverbindung vorhanden, wie das ja auch bei *Rana* der Fall, bei welchen wir ja zuerst sicher nachweisbar ein *quadratojugale* auftreten fanden (Taf. XVIII, Fig. 9 *a*).

Das *os quadratum* und *squamosum* sehen wir bei den *Salamandrinae* sich ähnlich wie bei *Proteus* verhalten, insofern jeder Knochen etwa die Hälfte des senkrechten Theiles des *palatoquadratum*, das *quadratum* die untere, das *squamosum* die obere einnimmt und zwar so, dass der untere Theil der Schuppe den oberen Theil des *quadratum* deckt. Wir finden aber, und das ist für mich von Wichtigkeit, die Trennung dieser beiden

Knochen bei *Triton* sowohl, wie bei *Salamandra maculata* viel geringfügiger und undeutlicher als bei *Proteus*, wo wir dieselbe wenigstens als eine feine Schuppennaht auftreten sahen, und als solche ist sie wahrscheinlich nur bei jugendlichen Exemplaren nachweisbar. Ich finde die Trennungsgrenze namentlich bei *Salamandra*, weniger bei *Triton*, der sich mehr dem *Proteus* nähert, insofern hier an der Spitze des *squamosum* eine feine Naht nachweisbar ist, in einer feinen Furche angedeutet, und es bilden somit bei den ersteren die beiden Knochen, die bei *Siren*, *Siredon* und bei *Proteus* vollständig getrennt waren, mehr eine zusammenhängende Masse, und das ist um so interessanter, weil wir wissen, dass bei den Batrachiern mit gleich zu erwähnenden Unterschieden dasselbe stattfindet und erst wieder in der höheren Classe der Reptilien eine neue Trennung sich geltend macht. Bei *Rana* stellte sich ja das Verhalten der beiden Knochen so, dass das auf ein kleines Knochenstückchen reducirte, mehr auf der Aussenkante des *processus squamosus prootici*, des *tegmen tympani*, sitzende *os squamosum*, das nach vorne abwärts einen Fortsatz sendet, den vorderen Arm des *tympanicum*, nach Ecker, auf seiner Unterseite fest mit ihm verwachsen, das lange, nach hinten abwärts ragende, im oberen Theile hakenförmig nach hinten gebogene *os quadratum* trägt (hinterer Arm des *tympanicum*, nach Ecker). Die Trennung zwischen den beiden Knochen, die in der Classe der Reptilien auftritt, ist dabei, wie ich früher weiter ausgeführt, durch eine feine Linie unter dem *squamosum*, am oberen hakenförmig gebogenen Ende des *quadratum* angedeutet, die zugleich den Ansatz für die *membrana tympani* abgiebt. Das *os squamosum* reducirt sich also von den *Perennibranchiaten* bis zu den *Batrachiern* Hand in Hand mit der Grössenzunahme des *quadratum* und zwar ganz allmälig. Wenn nun ein starker Unterschied zwischen dem *squamosum* der *Ranae* und dem des gefleckten Salamanders vorhanden ist, so finde ich doch, dass auch hier Verbindungsglieder vorhanden und als solches erscheint mir *Ceratophrys dorsata*, dessen *squamosum* an Grösse nicht hinter der des *quadratum* zurücksteht und, abgesehen von dem für die Frösche characteristischen, vorderen Fortsatze zum Verschluss der Augenhöhle, auch den bei den *Salamandrinen* und den *Perennibranchiaten* vorkommenden, auf die Aussenseite des *quadratum* bis oberhalb der Gelenkfläche des Unterkiefers hinunterragenden und spitz endenden Fortsatz zeigt. Schuppe und Quadratbein bilden aber auch bei diesen Thieren im erwachsenen Zustande eine untrennbare Masse.

Was nun die Stellung des Kiefersuspensorium betrifft, so lassen sich auch da gerade, wie bei der Zusammensetzung höchst interessante, allmälige Uebergänge von den niederen zu den höheren Formen nachweisen, die wohl, wie ich schon in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche andeutete, ihren Grund in der Hand in Hand mit der

Reduction und dem zu einer immer früheren Entwicklungsperiode auftretenden Verschwinden des Kiemenapparates fortschreitenden Entwicklung der Kiefertheile von vorne nach hinten haben. Die wachsende Masse der Kiefertheile dreht dabei das Suspensorium um eine transverselle Axe, die wir uns durch die beiden Befestigungspuncte desselben an der Spitze des *processus squamosus* der Labyrinthkapsel gelegt denken können, so dass der unterhalb gelegene Theil des *palatoquadratum*, das *os quadratum* mehr nach hinten, das *squamosum* dagegen, wenigstens der obere Theil desselben, mehr nach vorne rückt. Die beiden Extreme finde ich bei *Proteus* und *Rana*. Dies Verhalten könnte überraschen, da wir doch bei unseren bisherigen Betrachtungen *Siredon* an das eine Ende der Reihe stellen mussten und wollen wir nicht annehmen, die Richtigkeit des Bisherigen vorausgesetzt, dass der Kiemenapparat beim *Proteus* relativ stärker als beim *Axolotl* entwickelt, wofür ich keine genügenden Anhaltspuncte finden kann, so muss noch ein weiterer Grund vorhanden sein und ich glaube derselbe liegt in der Stärke des hinter dem Auge, vor dem Suspensorium gelegenen Muskelapparates, der mir relativ bedeutender bei *Siredon* erscheint und für den durch eine weniger schräge Stellung des *palatoquadratum* nach vorne Platz geschafft werden muss, um so mehr da die Augen bedeutender entwickelt. So sehen wir denn den oberen Theil des *squamosum*, der sich beim *Proteus* am weitesten nach hinten mit den Knochen des Schädeldaches verbindet, das *quadratum* am weitesten nach vorne ragen, während das bei *Siredon* etwas weniger der Fall, noch weniger bei *Siren*, dessen *squamosum* noch wie bei den soeben genannten Thieren dem *occipitale laterale* und zwar der oberen Kante desselben anliegt, bei *Proteus* sogar ein wenig nach hinten überragt. Die Gelenkverbindung mit dem Unterkiefer liegt bei den *Perennibranchiaten* wie bei den Fischen, Teleostiern sowohl wie Ganoiden und Plagiostomen stets vor und unterhalb des vorderen Theiles der Gehörkapsel. Bei *Triton* und *Salamandra maculata* ist dann das Quadratbein noch senkrechter gestellt und bei letzterem nur sehr wenig nach vorne gewandt. Die Unterkiefergelenkfläche ist bei *Triton* wenig vor und unter der Gehörkapsel gelagert, beim Salamander dagegen schon nach aussen und unten, dabei hat sich aber gleichzeitig der obere Theil des *squamosum* von dem oberen Rande des *occipitale laterale* mehr nach vorne entfernt und lässt somit bei *Salamandra* mehr, bei *Triton* weniger, einen grösseren Theil der Oberfläche der Gehörkapsel frei. Das ist in einem noch höheren Masse bei *Ceratophrys* und *Rana* der Fall, bei denen das untere Ende des *quadratum* mit der Gelenkfläche hinter und unter der Gehörkapsel zu liegen kommt, während das *squamosum* weiter nach vorne gerückt ist und sich weit von dem *occipitale laterale* entfernt hat. Damit ist fast das grösste Mass des nach hinten Rücken des *pala-*

toquadratum erreicht, das übrigens, wie wir sehen werden, unter den Reptilien bei den Schlangen sich findet, und wir finden dann bei den höheren Thieren Hand in Hand mit der Bildung des Halses und der dort gelagerten Organe sammt der Ausbildung der Schädelhöhle den Process in der umgekehrten Richtung fortschreiten.

Haben wir nun so die Zusammensetzung des *palatoquadratum* bei den Amphibien, die Beziehungen der einzelnen Theile desselben zu einander in den verschiedenen Species und ihr Verhältniss zu denen der tieferstehenden Classe der Fische und denen der höherstehenden Reptilien, und ferner die Lageveränderungen, die dasselbe allmälig erfährt, etwas näher verfolgt, so möchte es zunächst wohl von Interesse sein die Verhältnisse des *suspensorium*, namentlich des *squamosum* zu dem Schädel, speciell zu der Gehörkapsel und den benachbarten Knochen, etwas näher festzustellen. Dieses ist theilweise schon, namentlich mit Bezug auf das *occipitale laterale*, geschehen, allein nur hier und da andeutungsweise, aber nicht genügend behandelt. Es werden damit dann die Gesichtspuncte, die ich namentlich in der Arbeit über die Morphologie des Gehörorganes der Frösche über die vergleichende Anatomie der Knochenkapsel des Gehörorganes, des *os petrosum* und des Schallzuleitungsapparates eröffnet, eine wesentliche Erweiterung erfahren.

Sehen wir bei den Fischen, den Teleostiern sowohl wie den Plagiostomen, die Oberfläche des knöchernen, respective knorpeligen Gehäuses im Bereiche des Hinterhauptheiles des Schädels grösstentheils unmittelbar unter dem Integumente gelagert und somit befähigt, die sie direct treffenden Schallwellen zum häutigen Gehörorgane fortzuleiten, so sehen wir dagegen bei sämmtlichen Amphibien nicht unmittelbar, auch nicht einmal zum Theil, dieselbe unter der Haut der Schädeloberfläche liegen, sondern sie wird in mehr oder minder starker Entwicklung vor allen Dingen von der Kau- und Rückenmuskulatur (Fig. 1) und dann je nach den verschiedenen Classen in verschiedener Ausdehnung von den Knochen des Schädeldaches, respective des Kiefersuspensorium, speciell vom *squamosum* überlagert. Das Verhältniss lässt sich dahin präcisiren, dass bei der niedersten Form der Amphibien unter der überlagernden Muskulatur die Labyrinthoberfläche grösstentheils von Knochen, *parietale*, *occipitale laterale* und *squamosum* bedeckt ist, während bei der höchsten der grösste Theil frei unter den Muskeln liegt. Die niederste Stufe zeigen *Siredon* und *Proteus*, die höchste *Rana*, und der Grund dieser ganzen Erscheinung liegt wesentlich in der Reduction des *os squamosum*, weniger in der Rückbildung der beiden anderen Knochen, namentlich des *occipitale laterale*. Von den Fröschen angefangen durch die Classe der Reptilien hindurch bis zu den Vögeln und weiter den Säugethieren und den Menschen, tritt dann aufs Neue die Erscheinung auf, die ich

früher in allen ihren Consequenzen in der Arbeit über das Froschgehörorgan ausführlich geschildert, das Ueberwachsenwerden der Oberfläche der Gehörkapsel von Seiten namentlich des *squamosum* und des *parietale* bei Reptilien und Vögeln und weiterhin bei den Säugern und den Menschen von Seiten des *cavum cranii*.

Diese Erscheinung nun, dass die soeben aufgeführten Knochen bei den niedersten Amphibien grösstentheils die obere Wand des knöchernen Labyrinthes bedecken, macht sich nun nicht etwa in dieser Thierclasse ohne Vermittlung der Verhältnisse bei niedrigeren Thierformen, vor allen Dingen der Teleostier, geltend, die ja gesonderte Schädelknochen besitzen, sondern wir sind im Stande, unmittelbar an diese anzuknüpfen und die Erscheinung bei den Amphibien daraus ohne Zwang abzuleiten. Wir finden ja, dass bei diesen Thieren die Labyrinthkapsel, als *pro-, epi-* und *opistoticum* unvollständig das häutige Gehörorgan umhüllend, an der Oberfläche innen von dem *occipitale superius*, dem *parietale*, ja sogar dem *postfrontale* ergänzt wird, während hinten an der Ergänzung sich das *occipitale laterale* betheiligt. Wenn nun die Kapsel, die bei den Teleostiern, wie bei den *Cyclostomen*, nach innen gegen die Schädelhöhle weit offen steht, sich, wie es bei den Amphibien der Fall, vollständig bis auf geringe Lücken knöchern schliessen soll, so kann das ja nur dadurch geschehen, dass die Knochen, die die Gehörkapsel eigentlich constituiren, nach innen hin einander entgegenwachsen, und dann müssen sich dieselben an der Oberfläche unter das *parietale* und die übrigen Knochen des Schädeldaches wegschieben und von ihnen überlagert werden. Nimmt man dann noch hinzu, dass sich das Kiefersuspensorium aussen oben direct an die Gehörkapsel lagert und auswächst, dass gleichzeitig das *parietale* und das *occipitale laterale* sich vergrössern, so begreift man, wie bei den niedersten Amphibien die obere Fläche der Gehörkapsel zum überwiegenden Theile von den accessorischen Knochen desselben überlagert ist. So, meine ich, ist auf die einfachste Weise an der Hand der Thatsachen die Erscheinung erklärt und die Continuität der Entwicklung auch hier hergestellt.

Gehen wir nun etwas näher auf die Einzelheiten ein, so finden wir bei *Siredon*, als der niedersten Form, dass der oberhalb der Ansatzleiste der Muskeln befindliche Theil (Fig. 1 *g*, Fig. 2 *f*) des *os squamosum* horizontal nach innen gebogen und zu einer breiten Platte umgewandelt das vordere, äussere Drittel der oberen Fläche der Labyrinthknochen deckt, während das *parietale* von innen, vorne sich heranschiebend das vordere, innere Drittel überlagert (Fig. 1 *e*). Hinten und innen bedeckt dann oberhalb der Durchtrittsstelle des *vagus* das *occipitale laterale* (Fig. 2 *e*) einen kleinen Theil der Oberfläche und zwar so, dass zwischen diesen drei Knochen hinten und aussen ein Theil der Oberfläche des

Gehäuses (Fig. 1 *f*, Fig. 2) unbedeckt, unmittelbar unter den Muskeln gelagert erscheint. Ich weiche somit in der Auffassung des seitlichen Hinterhauptbeines von der Ansicht Gegenbaur's, Friedreich's und Calori's ab, welche übereinstimmend das Verhältniss des *occipitale laterale* so auffassen und zeichnen, dass dieser Knochen sich in einer Naht mit dem *parietale* und *squamosum* verbindend das hintere Drittel der Oberfläche vollkommen deckt. Ich habe eine so weite Ausdehnung des *occipitale laterale* nicht finden können, sondern, wenn ich auch eine Verschmelzung desselben mit dem *opistoticum* zugebe, so finde ich doch, namentlich bei durchfallendem Lichte, an der Mitte des oberen Umfanges des *foramen vagi* nach oben und innen eine Trennungslinie zwischen dem weiss erscheinenden, seitlichen Hinterhauptsbeine und dem dunkleren *opistoticum* (Fig. 2 *e*) verlaufen, so dass, wenn auch *occipitale laterale* und *parietale* aneinanderstossen, das *squamosum* doch von ersterem getrennt ist. Bei *Siren lacertina* sehen wir etwas andere Formverhältnisse, die an das gleich zu schildernde Verhalten beim *Proteus* erinnern. Der obere Theil des *squamosum* ist nicht eine nach innen gebogene, horizontale Platte, sondern ein sichelförmig von hinten nach vorne über den äusseren Theil der Oberfläche des Labyrinthes verlaufender Knochen, dessen Spitze an den äusseren Theil des oberen Randes des flügelartig ausgebreiteten *occipitale laterale* anstösst, welches nicht, wie bei *Siredon*, eine Strecke auf die obere Fläche übergreift, sondern an der hinteren Grenze derselben, wie bei den übrigen Amphibien, sein Ende findet. Dann zeigt *Siren* das Abweichende, dass das *parietale* sich nicht mit dem Innenrande des *squamosum* verbindet, sondern zwischen beiden zeigt sich ein nach vorne hin sich erweiternder, dreieckiger Raum in dem die Oberfläche der knöchernen Gehörkapsel frei unter den Muskeln liegt. Das *parietale* erstreckt sich von vorne nach hinten über das ganze innere Drittel der Oberfläche, jedoch möchte ich die Frage offen lassen, ob nicht hinten, wie bei den Fischen, ein *occipitale superius* daran participirt. Ich habe freilich hinten am *parietale* keine deutliche Naht getroffen, allein der Knochen macht dort den Eindruck, als ob in früherer Zeit eine Trennung stattgefunden. Beim *Proteus* bildet der obere Theil des *squamosum* wieder eine breite, aber nicht nach innen gewandte, sondern, wie bei *Siren*, eine sich von vorne nach hinten über die Oberfläche der Labyrinthknochen biegende, nach hinten in eine Spitze auslaufende Platte, die nicht den oberen Rand des flügelartig ausgebreiteten, die hintere Kante der Oberfläche der Gehörkapsel bildenden und hinten, aussen in einen starken Vorsprung ausgewachsenen *occipitale laterale* erreicht. Dafür legt sich dasselbe aber, wie bei *Siredon*, an die Aussenkante des *parietale*, das hier schwächer, wie bei den vorigen Formen, entwickelt, nur wenig die obere Fläche bedeckt. So bildet sich auch bei

diesen Thieren zwischen den drei Knochen nach hinten ein Raum, in dem die Oberfläche des knöchernen Gehäuses des Gehörorganes unter den Muskeln liegt. Das ist in einem noch erhöhten Masse bei *Triton* der Fall, bei denen das *squamosum* eine ähnliche Platte über der Kapsel wie bei *Siredon* bildet, die sich aber nur in dem vorderen Drittel mit dem nur ein wenig hinübergelagerten *parietale* verbindet und hinten an den oberen Rand des seitlichen Hinterhauptbeines stösst und nur das äussere Drittel der oberen Fläche deckt. Beim Salamander ist der freie Theil noch grösser, da sich das *squamosum* nicht von vorne nach hinten über die Kapsel legt, sondern nur das vordere äussere Drittel bedeckt und dort mit dem den vorderen, inneren Theil überlagernden *parietale* zusammenstösst. Diese wenig ausgedehnte Verbindung der beiden Knochen ist dann bei den *Ranae* dadurch vollkommen aufgehoben, dass das *squamosum* weiter reducirt nicht die obere Fläche bedeckt, sondern sich mit der Spitze des vorne weit nach aussen vorspringenden *processus squamosus prootici*, dem Homologon des *os squamosum* der Fische, des *tegmen tympani* des Menschen verbindet. Bei *Ceratophrys* ist der letzte Rest einer Verbindung zwischen dem bei diesen Thieren noch stark entwickelten *os squamosum* und dem *parietale* vorhanden, allein die Verbindung findet nicht oberhalb des knöchernen Labyrinthes, sondern nach oben und vorne von demselben als hintere Begrenzung der *orbita* statt.

Nach dieser Schilderung der allgemeinen morphologischen Verhältnisse des Kiefersuspensorium der Amphibien wende ich mich wieder zurück zu *Siredon*. Ich habe bereits im Anfange der Lagerung des Kiefersuspensorium zur Haut und zur Muskulatur Erwähnung gethan und wir haben gesehen, dass *temporalis* und *masseter* vorne (Fig. 1 *d*), der *depressor maxillae* (Fig. 1 *c*) aussen und hinten und der *abductor* hinten (Fig. 1 *a*) das Kiefersuspensorium überlagert und ich möchte nun noch, bevor ich weiter gehe, besonders auf einige Verhältnisse der Nerven und Gefässe aufmerksam machen, die mir einiges Interesse zu bieten scheinen, und für die namentlich auch die Abbildungen von Calori (Fig. 3 u. 18) meinen Abbildungen ergänzend zur Seite treten können. An der Hinterseite des unteren Endes des *squamosum* finde ich einen Nerven ziehen (Fig. 1), der sich in der Haut des Unterkiefers verliert. Derselbe verläuft oberhalb der Schleimhaut des Rachens und stellt sich bei Calori (Fig. 19) als ein nach vorne gehender Zweig des ersten Branchialnerven (Fig. 18) dar. Es scheint, als ob er in der That, nachdem er über die gleich zu erwähnende *carotis*, hinter der Gehörkapsel weggelaufen (Fig. 1 *l*) aus demselben seinen Ursprung nimmt. Ich sehe demnach den Ursprung desselben weiter nach innen als Calori. Derselbe ist homolog dem Aste, den ich in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche (Taf. XVIII, Fig. 2 *c*) als den Verbindungsast des *vagus* mit

dem *trigeminus* aufgeführt habe und er hat mein lebhaftes Interesse auch bei *Siredon* dadurch erregt, weil ich bestimmt gesehen zu haben glaube, dass derselbe nicht aus dem *vagus* entspringt, sondern nur mit dem ersten Branchialzweige desselben Fasern austauscht. Es ist hier, wie bei den Fröschen, der *glossopharyngeus*, der vor dem *vagus* (Fig. 5 *h*) an der Gehirnunterfläche isolirt entspringend, mit demselben dicht an ihm gelagert dieselbe verlässt und dann unter dem ersten Aste des *vagus* (Fig. 1 *o*) wegziehend, weiter nach aussen verläuft. Ausserdem tritt auch noch der *nervus facialis* (Fig. 5 *f*) und der *trigeminus* (Fig. 5 *e*) zum Suspensorium und den daran gelagerten Theilen in Beziehung, insofern letzterer mit einem Theile seiner Fasern wohl die Kaumuskeln, *temporalis*, *masseter*, ersterer dagegen den *depressor maxillae*, vielleicht auch die Branchialmuskeln versorgt. Der *facialis*, auf den ich später wieder zu sprechen komme, kommt (Fig. 4 *i*) hinter der Verbindungsstelle der *cartilago palatoquadrata* mit dem *parasphenoidale*, vor der *columella* zum Vorscheine und verliert sich in die hinten und aussen von dem *squamosum* befindliche Muskulatur. Der *trigeminus* geht oberhalb der Verbindung des Palatoquadratknorpels mit der *ala magna* an die Vorderfläche des *suspensorium* und zerfällt, wie Calori sehr gut gezeichnet, in feine Aeste, die theils in die dort befindlichen Muskeln eintreten, theils dieselben durchsetzend zur Haut verlaufen (Calori, Fig. 3). Wahrscheinlich giebt er auch einen zarten Zweig (*ramus tympanicus*) über der *columella* zur Verbindung mit dem *glossopharyngeus* und zur Bildung der Jacobson'schen Anastomose ab. Das Gefäss, welches wir zu berücksichtigen haben, ist die *arteria carotis*, die unter der Gehörkapsel, aus dem ersten Branchialzweige entspringend, einen Zweig über die Unterfläche des knöchernen Labyrinthes zur Schädelbasis schickt, den ich mit Calori als *carotis interna* bezeichne, und der das *parasphenoidale* zu beiden Seiten der Mittellinie, vor dem Labyrinthe durchbohrend (Fig. 4 *h*) nach hinten in den *canalis facialis* tritt und dann grösstentheils in der Schädelhöhle zum Gehirne verläuft, während der andere äussere Zweig (Fig. 1 *n*) hinter der Gehörkapsel unter dem *vagus* nach aussen verläuft und nicht, wie Calori zeichnet, vor der *columella* weiter zieht, sondern hinter derselben. Er giebt einen starken Ast in die Branchialmuskulatur ab, einen anderen aber (Fig. 1) über die Mitte der *columella* medianwärts vom absteigenden Theile des Kiefersuspensorium nach aussen von der Gehörkapsel zum *trigeminus*, der sich dann ausbreitet. Ich möchte auf die Homologien dieser Arterie, obgleich es nahe liegt sie als *carotis externa* zu bezeichnen, da mir ausgedehntere Erfahrungen fehlen, nicht eingehen und begnüge mich mit der blossen Beschreibung.

Eine andere Frage ist nun aber die: Was gestattet dem zuletzt erwähnten Gefässe und wahrscheinlich auch einem aus dem *trigeminus*

stammenden Nervenfaden, von hinten nach vorne zwischen *palatoquadratum* und der Aussenwand des knöchernen Labyrinthes zu verlaufen? Es findet sich eben dort (Fig. 2), ähnlich wie bei den Batrachiern, ein Raum, der dadurch zu Stande kommt, dass das *palatoquadratum* nicht überall der Aussenwand der Gehörkapsel adhärirt, sondern nur oben und vorne, dagegen unten mittelst des *squamosum* und des *pterygoideum*, oder wenigstens der Knorpelmasse, die bei den höheren *Perennibranchiaten* zu einem Theile des *pterygoideum* wird. Ausserdem wird das Kiefersuspensorium, speciell das *squamosum* bei diesen Thieren von der äusseren Labyrinthwand durch einen ähnlich, wie bei den *Batrachiern* auftretenden, horizontal nach aussen sich erstreckenden *processus squamosus* (Fig. 4 *m*), *tegmen tympani*, abgedrängt, der an dem vorderen Theile der oberen Kante der Aussenfläche seinen Ursprung nimmt und der, wie bei anderen Thieren, als Widerlager der das Labyrinth deckenden Platte des *squamosum* dient. In diesem Raume nun, der sich nach unten von dem *processus squamosus* und dem *os squamosum*, nach hinten von dem *pterygoides*, nach aussen von der äusseren Wand der Gehörkapsel, nach innen von der *cartilago palatoquadrata* und dem darauf gelagerten unteren Theile des *squamosum* befindet und der am knöchernen Schädel nach vorne hin zwischen dem *processus squamosus* und dem Theile des *palatoquadratum*, der sich mit der Schädelbasis, dem Primordialkranium verbindet, gegen die *orbita*, nach hinten hin gegen die Kiemen und nach unten gegen den Schlund offen steht und der am Dache, dem *processus squamosus* und dem darauf gelagerten, horizontalen Theile des *squamosum*, der sich über die ganze Breite des oberen Theiles der Aussenfläche des Gehäuses ausdehnt, breiter erscheint, befindet sich nun ausser den vorhin genannten Gefässen und Nerven die *columella*.

In der Beschreibung derselben findet sich eine grosse Uebereinstimmung bei den verschiedenen Autoren. Die ersten genauen Angaben finde ich bei Windischmann. Das an der unteren, hinteren Wand der Gehörkapsel befindliche *foramen ovale* wird nach ihm innen und hinten zum grössten Theile von dem *operculum cartilagineum* verschlossen, das vorne etwas ausgeschnitten erscheint und zur Aufnahme des Knöchelchens dient, das den dritten Theil der *fenestra* deckt und durch Hülfe eines *ligamentum* mit dem *operculum* verbunden ist und wie er sich ausdrückt: »*consistit ex stylo parvo vel osseo et patina parva etiam quidquam excavata cartilaginea*«. Sie bilden beide eine kleine, an der Unterseite des Kopfes vorspringende Blase, die von Muskeln und der Rachenschleimhaut bedeckt ist. Endlich wird das Knöchelchen durch ein festes, kurzes Band mit der Mitte des *os tympanicum* verbunden. Weniger eingehend sind die Angaben von Gegenbaur und Friedreich, die nur eines conischen, soliden Knöchelchens Erwähnung thun, das einem

soliden, embryonalen Steigbügel analog eine hinten und unten an der Felsenbeinkapsel befindliche *fenestra* schliesst und durch ein fibröses Band mit dem Quadratbeinknorpel verbunden ist. CALORI, der neueste Autor, erwähnt des *operculum* von WINDISCHMANN als einer Verschlussmembran der *fenestra ovalis* ohne nähere Beschreibung und berichtet nur, dass er das Knöchelchen nicht habe wiederfinden können. Statt dessen will er einen ähnlich gestalteten Knorpel gefunden haben, der mittelst eines Bändchens mit dem Kiefersuspensorium zusammenhängt.

Ich schliesse mich im Wesentlichen diesen Beobachtungen, namentlich denen von WINDISCHMANN an, nur glaube ich aus vergleichend anatomischen Gründen die bisherigen Angaben nach einigen Richtungen hin ergänzen und erweitern zu müssen. Die *columella*, an einem kleinen Vorsprunge an der Hinter-, Innenseite des Palatoquadratknorpels (GEGENBAUR, FRIEDREICH, Fig. 6) in der Höhe des mit der Schädelbasis verbundenen Theiles desselben angeheftet, verläuft in dem vorhin angeführten Raume zwischen Kiefersuspensorium und Aussenfläche der Labyrinthkapsel nach innen, hinten und ein wenig nach unten (Fig. 2) zum unteren Theile der äusseren Wand, wo dieselbe in das *foramen ovale s. vestibulare* eingefügt ist. Nach oben hin ist sie durch den oberen Theil des Raumes (Fig. 2 *g*), der vor allem zur Aufnahme des starken Astes der *carotis* dient, von dem *processus squamosus* und dem Kiefersuspensorium getrennt und dieser zeigt sich hinten, oberhalb der *columella* als eine Oeffnung, die vollständig derjenigen homolog, die oberhalb der Mitte der *columella* der Frösche befindlich, von mir in der Arbeit über das Gehörorgan derselben Taf. XVIII, Fig. 2 *g* dargestellt ist. Nach vorne hin ist die *columella* auf die gleiche Weise von dem Schädelbasistheile der *cartilago palatoquadrata*, der bei den höheren Amphibien zum ausgebildeten *pterygoideum* wird, und zwar dadurch getrennt, dass der hintere Rand des Knorpels ausgeschnitten erscheint. In diese Abtheilung des Raumes zwischen Suspensorium und Gehörkapsel tritt dann der vorhin erwähnte *facialis*. Derselbe füllt aber nicht den ganzen Zwischenraum zwischen *columella* und Pterygoidealknorpel aus, es gesellt sich dazu eine ausfüllende Bindegewebsmasse. So finden wir denn, wenn wir noch hinzufügen, dass hinter der *columella* der *depressor maxillae* und der Kiemenapparat befindlich, und dass die Unterfläche derselben sowohl, wie der *cartilago palatoquadrata* und der Schädelbasis glatt von der Schleimhaut des Rachens überzogen wird, dass der Raum zwischen Suspensorium und Labyrinthaussenfläche selbst dort, wo er am Schädel vorhanden zu sein scheint, nach unten durch die Rachenschleimhaut, nach vorne durch die vor dem Kiefersuspensorium, nach hinten durch die hinter demselben gelegenen Muskeln und den Kiemenapparat im Leben vollkommen abgeschlossen ist. Ausserdem ist derselbe aber unten

durch die *columella* und dem zwischen ihr und dem Pterygoidealknorpel liegenden *facialis* mit dem umgebenden Bindegewebe, aber vor allem durch den Carotisast und wahrscheinlich durch einen Zweig des *trigeminus* ausgefüllt. Ich hebe diese Verhältnisse noch einmal ausdrücklich hervor, weil sie, wie wir finden werden, für das Zustandekommen einer Paukenhöhle und *tuba* von wesentlichem Werthe sind.

Die *columella* besteht, ähnlich, wie ich es von den Fröschen beschrieben habe, aus drei Theilen, aus einer *pars externa*, *media* und *interna*, welche letztere das *foramen vestibulare s. ovale* deckt. Die *pars externa* (Fig. 2 *h*), die bei den Fröschen (Taf. XVIII, Fig. 3 *c*) knorpelig und, mit dem Trommelfelle in Verbindung, hakenförmig abwärts gebogen verlief, bildet hier in ähnlicher Gestalt das von allen Autoren übereinstimmend beschriebene Band. Bei Vergleichung meiner Abbildung der *columella* der Frösche Taf. XVIII, Fig. 3 *c* mit Fig. 2 springt die Aehnlichkeit der beiden homologen Theile sofort in die Augen. Die Bindegewebsmasse entspringt sichelartig abwärts gekrümmt am Palatoquadratknorpel als ein breites, von vorne nach hinten abgeplattetes Band, das nach innen verläuft und sich an die *pars media* anheftet. Diese entspricht der *pars media ossea* der Froschcolumella (Taf. XVIII, Fig. 3 *d*) und stellt, wie GEGENBAUR, FRIEDREICH und WINDISCHMANN richtig beschrieben, einen *stylus* oder einen kleinen *conus* (Fig. 2 *i*) dar, dessen abgestumpfte Spitze sich mit dem äusseren Theile verbindet und dessen breite Basis mit der inneren zusammenhängt. Diese (Fig. 2 *n*), auf die zuerst WINDISCHMANN die Aufmerksamkeit gerichtet und die dem inneren, knorpeligen Theile bei den Fröschen (Taf. XVIII, Fig. 3 *h*) entspricht, ist in der That ein kleines, knorpeliges Scheibchen, dessen Circumferenz mittelst Bandmasse (Fig. 2 *m*) im Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen ist und das seine Aushöhlung dem Binnenraume der Gehörkapsel zukehrt, mit seiner Convexität dagegen zur Anheftung des Knochenstäbchens dient. Was nun das von WINDISCHMANN zuerst beschriebene *operculum* (Fig. 2 *l*) betrifft, so glaube ich mich, wie ich später weiter ausführen werde, berechtigt, diesen Theil zur Kapsel des Gehörorganes zu rechnen, nicht dagegen zur *columella*.

Nach dieser Schilderung des Gehörknöchelchens und der in seiner Umgebung gelagerten Theile möchte es wohl von Interesse sein zu sehen, auf welche Weise die Paukenhöhle, der wir ja zum ersten Male bei den Batrachiern begegnen und die ja im embryonalen Leben durch den Zwischenraum zwischen ersten und zweiten Kiemenbogen repräsentirt, entstanden gedacht werden kann, ferner auf welche Weise die Verbindung der *columella* mit dem Integumente bei diesen, wie bei den meisten höheren Thieren und die Lösung vom Kiefersuspensorium zu Stande kommt, und endlich aus welchen Gründen sich ein Schallzulei-

tungsapparat zum Ohre, eine *columella* bildet und wo ihr Homologon bei den Fischen zu suchen ist.

Was zunächst die letztere Frage betrifft, so tritt ja die *columella* in einem Raume auf, der zwischen dem Kiefersuspensorium und der Labyrinthaussenfläche befindlich, und entwickelt sich aus dem zweiten Kiemenbogen, während das Kiefergerüst dem ersten angehört. Wir haben also zunächst bei den Teleostiern nach dem homologen Theile zu suchen. Das aus dem ersten Kiemenbogen gebildete, dem Kiefersuspensorium homologe *palatoquadratum* findet sich, wie es ja zuerst Huxley und Gegenbaur angenommen, im *quadratum* und *pterygoides* der Teleostier, und wenn wir jetzt die Theile betrachten, die sich vor allen Dingen zwischen *quadratum* und der Labyrinthaussenfläche lagern, so ist es einmal das *hyomandibulare* mit dem *symplecticum* und medianwärts von diesen der Kiementragapparat, der nebst den zugehörigen Gefässen, Nerven und Muskeln besonders den unteren Theil der Labyrinthkapsel von aussen her überlagert. So verhält es sich auch bei den Ganoiden und der höchsten Form derselben, den Stören. Nun wissen wir, dass das *hyomandibulare* und das *symplecticum* dem zweiten Kiemenbogen entstammen, die oberen Theile desselben sind, und da sie die Verbindung mit der Labyrinthkapsel, und zwar bei den Fischen mit dem *squamosum*, dem *processus squamosus prootici*, oder dem *tegmen tympani* der höheren Thiere vermitteln, so haben wir in diesen beiden Knochen, wie es schon Huxley und Gegenbaur gethan, da die übrigen entwicklungsgeschichtlich ausgeschlossen sind, die Homologa der *columella* der Amphibien, Reptilien und Vögel zu suchen. Wir wissen nun aber, dass die *columella* sich niemals mit dem *processus squamosus prootici*, dem *tegmen tympani* verbindet, sondern stets an der Aussenfläche des Labyrinthes, zwischen *pro-* und *opistoticum* im *foramen vestibulare s. ovale* eingelassen ist, das bei allen Wirbelthieren gegen denjenigen Theil des Binnenraumes der Gehörkapsel hinsieht, der zur Aufnahme des *sacculus*, respective der Schnecke dient und das wir zum ersten Male bei den *Clupeiden* auftreten sehen. Es sollten sich also eigentlich das *hyomandibulare* und *symplecticum*, um dieselbe als eine *columella* erscheinen zu lassen, in diese Oeffnung hineinfügen, allein das ist nicht der Fall und dadurch unmöglich geworden, da dasselbe nach aussen von dem mächtig entwickelten Kiemenapparate überlagert erscheint. Dieser muss also zunächst seine Lage zu der Aussenfläche der Gehörkapsel ändern und das finden wir zum ersten Male bei den *Selachii*, bei denen der Kiemenapparat nach hinten in den Bereich der Wirbelsäule gerückt, hinter dem *palatoquadratum* gelagert erscheint. Wie verhält sich nun bei diesen Thieren das *hyomandibulare* und das Kiefersuspensorium? Letzteres verbindet sich als *palatoquadratum* direct mit dem Schädel, und zwar mit

der Aussenfläche der Labyrinthkapsel, mit dem unteren Theile desselben, der den *sacculus* einschliesst und an dem demnach das *foramen ovale* auftreten sollte, während das reducirte *hyomandibulare* hinter demselben gelagert nur den oberen Theil des Zungenbeinbogens darstellt und bei einigen Formen sich mittelst eines Verbindungsknorpels an die Hinterfläche des *palatoquadratum* anlegt. Auch bei diesen Thieren kann das *hyomandibulare* sich nicht, wie bei den höheren Thieren als *columella* geltend machen, da das *palatoquadratum* an die Stelle der Kiemenbogen getreten gerade denjenigen Theil des Labyrinthes überlagert, an dem sich das *foramen ovale* bilden muss. Immerhin ist bei einigen *Plagiostomen* das *hyomandibulare* dadurch der *columella* des *Axolotl* und der höheren Thierformen ähnlicher geworden, dass sich dasselbe nicht mit der Spitze des *palatoquadratum* verbindet, sondern sich an die Hinterseite desselben anlegt. Erst in dem Augenblicke, wo der Ansatz des *palatoquadratum*, wie bei den Amphibien, weiter nach oben und vorne an der Aussenfläche der Gehörkapsel gegen den *processus squamosus* hingeschoben wird und das geschieht vielleicht dadurch, dass das bei den *Selachiern* relativ kleine, hinter dem *palatoquadratum* gelegene *hyomandibulare* im Verhältnisse zu diesem mehr nach oben, vorne auswächst, während ersteres in der Entwicklung zurückbleibt, finden wir für das *hyomandibulare-symplecticum* die Möglichkeit gegeben, sich an der freigewordenen Aussenfläche der Gehörkapsel, immerhin nach unten und hinten von dem Kiefersuspensorium in einem dort, gegenüber dem *sacculus* befindlichen *foramen* einzufügen, das schon in der Classe der Teleostier bei den *Clupeiden* vorgebildet war. So, scheint mir, lässt sich einfach und mit der Entwicklung und den morphologischen Verhältnissen in Einklang stehend, die Bildungsweise des Gehörknöchelchenapparates der höheren Thiere auffassen. Den *Perennibranchiaten* am nächsten stehend sind dann diejenigen *Plagiostomen*, deren *hyomandibulare* sich mit der Hinterfläche des *palatoquadratum* verbindet. Man mag dann in dem ligamentösen Theile der *columella*, der ja bei den Batrachiern knorpelig erscheint, das Homologon des *symplecticum* sehen, und das um so mehr, da wir finden, dass bei den Reptilien die *pars interna* und *media*, der *stylus* und die *patina* der *columella* bei *Siredon* (Windischmann), die dem *hyomandibulare* homolog zu einem Stücke verschmelzen.

Viel einfacher gestaltet sich nun die Beantwortung der zweiten Frage, wie ist es zu erklären, dass das äussere Ende der *columella* bei den *Ranae* sich mit dem Integumente verbindet und dass dieselbe aus ihrer Verbindung mit dem *quadratum* gelöst wird? Die Frage hat theilweise schon früher ihre Antwort gefunden. Sie beruht, was den ersten Theil der Frage betrifft, darauf, dass bei den *Ranae* derjenige Theil des

palatoquadratum, welcher der *columella* zur Anheftung dient, nicht, wie bei den *Perennibranchiaten* und den Schlangen, von Muskeln überlagert ist, sondern unmittelbar unter die Haut zu liegen kommt, so dass eine Verbindung der beiden ganz naturgemäss, und vielleicht beruht darauf mit die Differenzirung einer *membrana tympani*. Was nun den Grund der Lösung der Verbindung zwischen *columella* und *palatoquadratum* bei den Batrachiern betrifft, so suche ich denselben in folgenden Umständen. Einmal wäre es wohl denkbar, dass mit der Verbindung mit dem Integumente eine weitere Verbindung mit dem angelagerten *quadratum* überflüssig, um so mehr, weil die erstere die Bewegung der *columella* wesentlich beeinflussen muss, da die Schallwellen das modificirte Integument, das Trommelfell, eine eminent elastische Membran direct in Bewegung setzen und das starre Kiefergerüst diesen Bewegungen nicht folgen kann, so dass bei verhältnissmässig grosser Excursion des Gehörknöchelchens in Folge verhältnissmässig grosser Schwingungen des Trommelfelles die Verbindung mit dem *quadratum* an und für sich sehr locker sein musste. Dadurch wurde dieselbe irrelevant und musste in der Reihe der Generationen und sich immer höher entwickelnden Wesen nach allgemeinen Gesetzen der regressiven Metamorphose unterliegen und verschwinden. Was dann diejenigen Thiere, die kein Trommelfell besitzen, und deren *columella* sich locker mittelst Bandmasse mit dem *quadratum* verbindet, betrifft, so wird dieselbe dadurch befähigt an dem starren Gerüste Eigenbewegungen zu vollführen, die ihr wohl durch Vermittlung, namentlich der Rachenhöhle, mitgetheilt werden, da ja das Gehörknöchelchen mit seiner Unterfläche unmittelbar an die Schleimhaut derselben stösst. Den Hauptgrund der Lösung der Verbindung der *columella* mit dem *quadratum* bei den Fröschen sehe ich jedoch darin, dass, weniger bei *Ceratophrys*, vielmehr bei *Rana*, der Theil des Quadratbeins, der dem homolog, welcher bei den *Perennibranchiaten* zur Anheftung des Schallzuleitungsapparates dient, sich weniger von vorne nach hinten in die Breite entwickelt, vielmehr von hinten nach vorne reducirt erscheint, was sich auch in der Anheftung des *squamoso-quadratum* vorne, oben an der Labyrinthaussenfläche, am dort befindlichen *processus squamosus* documentirt. Das *quadratum* zeigt, namentlich stark bei *Rana*, unter dem *squamosum* hinten einen tiefen Ausschnitt, so dass dieser Knochen, wie bei den Eidechsen, unter der Schuppe hakenförmig nach hinten gekrümmt erscheint. Diese Krümmung wird sich möglicherweise in der Periode der Entwicklung, wo die *columella* sich schon als fester Theil hinter dem *quadratum* gebildet hat, geltend machen und dadurch werden dann, wenn überhaupt von vorne herein, wie es nach den Verhältnissen bei anderen Thieren nicht unwahrscheinlich, eine embryonale Verbindung der beiden Knochen

vorhanden, diese Adhäsionen gelöst werden, oder wenn das nicht der Fall, so läge der Grund der Nichtvereinigung in der starken Krümmung des oberen Theiles des *quadratum* nach vorne, wodurch eine Anlagerung von Theilen des ersten Kiemenbogens an Theile des zweiten (*columella*) ausgeschlossen wäre.

Gehen wir nun zur Beantwortung der dritten Frage über, wie wir uns die erste Bildung einer Paukenhöhle zu denken haben, wie wir sie in der einfachsten Form zuerst bei den *Ranae* auftreten sehen, von welchen Thieren angefangen ich dieselbe dann durch die Wirbelthierreihe bis zu den Menschen in ihren morphologischen Verhältnissen verfolgt habe, so gelingt dieselbe bei vergleichend anatomischer Betrachtung der bei den *Perennibranchiaten*, *Salamandrinen* und *Batrachiern* vorkommenden Verhältnisse nicht unschwer.

Wir sahen wie bei *Siredon* zwischen der *columella*, einem Theile des zweiten Kiemenbogens, nach hinten von dem Schädelbasistheile des *palatoquadratum*, dem Pterygoidealknorpel, einem Theile des ersten Kiemenbogens, entsprechend dem *spatium primum arcuum* eine Abtheilung des Raumes zwischen der Aussenfläche der Gehörkapsel und dem Kiefersuspensorium sich fand, den ich, wenn auch geringfügiger, bei *Siren* finde, dagegen bei *Proteus* gänzlich vermisse. In diesem befand sich ausser dem *facialis*, der bei den anderen *Perennibranchiaten* und den *Salamandrinen* wohl, was ich leider nicht untersuchen konnte, einen anderen Weg einschlägt, eine ausfüllende Bindegewebsmasse und dieselbe war dann nach unten hin glatt durch die über die Unterfläche der *columella* und des Pterygoidealknorpels wegziehende Rachenschleimhaut überspannt. Dieses gerade beim Axolotl so schön ausgeprägte *cavum*, das beim *Proteus* wegen der starken Entwicklung des *pterygoides* nach hinten fehlt, ist, wie ich schon früher andeutete, als dem Zwischenraume zwischen ersten und zweiten Kiemenbogen entsprechend von ungemeiner Wichtigkeit. Wir haben bereits gesehen, dass die Lösung der *columella* vom Kiefersuspensorium wohl wesentlich auf der Reduction der Anheftungsstelle am *quadratum* nach vorne beruhe, wodurch bei gleichgerichteter *columella* der Abstand zwischen dieser und dem Quadratbeine bei den *Ranae* grösser wird. Das ist nun aber nicht blos mit diesem Knochen des Kiefersuspensorium der Fall, sondern auch mit dem *pterygoideum*, das namentlich in dem Theile, welcher sich an das *parasphenoidale* anschliesst, bei den Fröschen viel weniger in die Breite entwickelt ist, wie z. B. bei *Siredon*. Dadurch muss, die gleiche Richtung der *columella*, die in der That bei beiden Thieren vorhanden, vorausgesetzt, der Abstand namentlich des mittleren, dünneren Theiles des Gehörknöchelchens von dem hinteren Rande des *pterygoides* bei den *Ranae* relativ beträchtlicher werden, als bei *Siredon*. Da nun in diesem Raume,

der nach unten von der Rachenschleimhaut abgeschlossen gedacht werden muss, irgend welche Theile sich finden müssen und wir bei *Siredon* an dieser Stelle keine Muskeln finden, die durch ihr Grösserwerden bei den Fröschen die Ausfüllung übernehmen könnten, der *facialis* aber bei diesen Thieren eine andere Verlaufsweise zeigt, so ist nichts natürlicher, als dass die obturirende Rachenschleimhaut dieses Geschäft übernimmt, und diese stülpt sich denn auch in der That hinter dem *pterygoides* und vor dem mittleren Theile der *columella*, also entsprechend dem Râume zwischen den oberen Theilen der beiden ersten Kiemenbogen gegen den äusseren Theil des Gehörknöchelchens und somit in den Raum zwischen diesem und dem *quadratum* lateralwärts gegen das Trommelfell und bekleidet dasselbe auf seiner Innenfläche. So haben wir denn eine Paukenhöhle, wie ich sie bei den Fröschen (Taf. XVIII) geschildert und mit der weiten Mündung derselben in die Rachenhöhle hinter dem *pterygoides* die erste Andeutung einer *tuba Eustachii*. Die Richtigkeit dieser Auffassung der Bildungsweise des *cavum tympani* und der *tuba* werde ich bei den Schlangen auf negativem Wege darzuthun suchen.

Somit sind wir denn nach diesen vergleichend anatomischen Betrachtungen, die als Ergänzung der allgemeinen Darstellung, die ich in den Arbeiten über das Gehörorgan der Fische und Frösche niedergelegt, dienen sollen, bis zu der Gehörkapsel des Axolotl gekommen, und ich wende mich jetzt zunächst zur Betrachtung derselben. Der Vergleich mit einer abgestumpften vierseitigen Pyramide, den ich bei den übrigen Thierclassen zu Grunde gelegt, einer Pyramide, die zwischen dem *vagus* und *trigeminus* gelagert ist und sich, wie bei den nächstverwandten Classen, von der Schädeloberfläche bis zur Basis erstreckt, möchte sich auch hier festhalten lassen und ich unterscheide auch hier eine obere Basis, eine äussere, innere, vordere und hintere Fläche und somit eine untere abgestutzte Spitze, die ich nun der Reihe nach schildern werde, um dann zur Betrachtung des Binnenraumes und darauf zu der des häutigen Gehörorganes überzugehen.

Das Gehäuse ist, wie bei allen höheren Wirbelthieren, von den Plagiostomen angefangen, mit Ausnahme der Durchtrittsstellen der Nerven und der lymphatischen Bahnen, geschlossen und ich habe bereits, wie früher bei der Schilderung des Gehörorganes der Fische, die Art und Weise des Zustandekommens des Verschlusses erwähnt, allein wir finden das Gehäuse nicht überall knöchern, sondern zum Theil, wie es auch bei den *Batrachiern*, ja selbst in der Classe der Reptilien, vor allen bei den Schildkröten der Fall, aus Weichtheilen bestehend, und zwar ist es bei diesen Thieren wiederum die Spitze der Pyramide. Ueberhaupt geht die Umwandlung des ursprünglich knorpligen Gehäuses in das knöcherne nur ausserordentlich langsam und im späteren Lebensalter

vor sich, so dass selbst zur Hälfte ausgewachsene Thiere, namentlich an der oberen Fläche noch ausgedehnte Knorpelmassen zeigen. Das ist bei der Untersuchung der Thiere wohl zu berücksichtigen und hat mich anfänglich, mit Bezug auf die Antheilnahme der Knochen am Gehäuse, auf mancherlei Irrwege geführt. Das ganze Verhalten der späten Verknöcherung ist, meine ich, vergleichend anatomisch, mit Bezug auf die Gehörkapsel der Plagiostomen nicht ganz ohne Interesse, es verharrt länger, wie bei den übrigen Amphibien, in dem knorpligen Zustande, der bei den Plagiostomen während des ganzen Lebens vorhanden, und somit haben wir wiederum einen Beitrag für die Continuität in der Thierreihe.

Das knöcherne Gehäuse setzt sich aus dem, wie bei den Fröschen, innig mit dem *occipitale laterale* (Fig. 2 *e*) verschmolzenen *opistoticum* hinten und dem selbständigeren *prooticum* vorne (Fig. 3 u. 4) zusammen. Die Trennungsgrenze zwischen beiden zeigt sich im halberwachsenen Zustande als eine unvollständige Naht, die wir an der oberen und inneren Fläche nachweisen können. In den meisten Fällen, namentlich im erwachsenen Zustande, ist die Grenze nur durch eine schwache Leiste markirt, die von der Mitte des oberen Randes des *foramen vestibulare* schräg nach vorne und innen über die Oberfläche verläuft. An der Innenwand finden wir nur bei jungen Thieren die Grenze etwas nach vorne von der *apertura aquaeductus vestibuli* ziehen. Von einem *epoticum*, wie es sich in schwachen Andeutungen zum ersten Male wieder bei den *Batrachiern* zeigt, habe ich nichts nachzuweisen vermocht, und ebensowenig ist es mir bei den *Salamandrinae* geglückt.

Die nur wenig nach hinten abwärts aus der horizontalen abweichende, obere Fläche, die also, wie ich das schon ausführlich beschrieben (Fig. 1 *f*), grösstentheils von Muskeln und von dem *parietale* und *squamosum* überlagert wird, zeigt wie bei den Batrachiern, an dem Uebergange zur inneren und äusseren Fläche dem *prooticum* angehörig, an den vorderen Winkeln (Fig. 3 *m*, Fig. 4 *m*) einen äusseren und inneren horizontalen, kurzen Fortsatz, von denen jener nach aussen, vorne gerichtet als *processus squamosus*, oder *tegmen tympani* der Schuppe zum Widerlager dient, während dieser nach innen und vorne ragt und meistens von einem Canale (Fig. 3 *l*) durchsetzt wird, der vielleicht zur Aufnahme eines Gefässes bestimmt ist, und derselbe dient einmal zur Stütze des vorderen Theiles des *parietale* und dann hilft er, wie bei den Fröschen, mit der *ala magna* das *foramen trigemini* schliessen. Es ist ein *processus sphenoidalis*. Hinten springt die innere Kante durch den mit ihr verwachsenen Flügel des *occipitale laterale* (Fig. 3 *i*) fortsatzartig medianwärts vor. Dieser Theil des seitlichen Hinterhauptbeines schliesst hinter dem *parietale* den Schädelraum ab und wird vorne theilweise von dem Scheitelknochen überlagert. Im Uebrigen ist an der oberen Fläche nichts bemerkens-

werth und wir finden ebensowenig, wie bei den Fischen, irgend welche Andeutungen von Bogengängen als Leisten darüber hinlaufen, wie es bei den Fröschen der Fall. Nur *Triton* und namentlich *Salamandra maculata* zeigen, vor allem entsprechend dem hinteren, frontalen Bogengange, zum ersten Male solche Andeutungen.

Die Aussenfläche erscheint im Wesentlichen dreiseitig mit nach unten gewandter, abgerundeter Spitze. Dieselbe ist zugleich ein wenig nach innen und hinten abwärts gerichtet und dient in ihrem oberen, vorderen Theile dem *processus squamosus* zur Anheftung. Am hinteren Ende der oberen Kante (Fig. 4 *a*) findet sich dann noch, aber nur stark an erwachsenen Exemplaren ausgeprägt, ein kleiner, hakenförmig gekrümmter, nach hinten, aussen gerichteter Fortsatz, der wahrscheinlich zum Ansatze der starken Nackenmuskulatur dient. Im Uebrigen ist die äussere Wand, die vorne in scharfer Biegung, hinten in sanfter Rundung in die vordere, respective hintere Fläche übergeht, durch das grosse *foramen vestibulare* (Fig. 4) ausgezeichnet, das überall mit Ausnahme am hinteren, unteren Quadranten, der der Spitze entspricht, die dahin gewandt ist, weil die Axe der Pyramide, wie bei allen niederen Wirbelthieren, von oben, aussen, vorne nach unten, innen und hinten steht, knöchern umgrenzt erscheint. Hier ist eine Weichtheilbegrenzung, das *operculum*. Das *foramen* nimmt nahezu zwei Drittel der Fläche ein und bildet eine durch die *pars interna* (*patina*) *columellae* geschlossene, ovale Oeffnung, deren längster Durchmesser nach vorne und unten gewandt ist.

Die innere Fläche, die ein wenig convex in die Schädelhöhle vorgewölbt ist und sich zwischen *parietale, occipitale laterale* und dem *parasphenoidale* einerseits und dem hinteren Rande der Durchtrittsstelle des *trigeminus* bis zum vorderen Rande des *foramen vagi* andererseits erstreckt, zeigt sich ein wenig von aussen vorne nach hinten und innen gewandt, und dient am oberen, vorderen Theile zur Anheftung des *processus sphenoidalis* (Fig. 3 *m*) und geht unter scharfer Biegung in die hintere, unter schwächerer in die vordere Fläche über, so dass die Grenze gegenüber der letzteren nur durch die Senkrechte bestimmt werden kann, die wir von der unteren Oeffnung des den *processus sphenoidalis* (Fig. 3 *l*) durchsetzenden Canals ziehen können. An halberwachsenen Exemplaren finden wir den unteren zugespitzten Theil der Innenwand, der sich an das vom *parasphenoidale* bedeckte Primordialkranium anschliesst, knorpelig und sehr dünn, so dass hier leicht gegen den Binnenraum des Gehäuses abnorme Oeffnungen zu Stande kommen. Im Uebrigen sehen wir an der Innenfläche drei Oeffnungen auftreten, die an ganz jungen Exemplaren, oder an halberwachsenen ausserordentlich viel weiter erscheinen, als im erwachsenen Zustande, und daher ein ganz verändertes Bild geben. Die eine in der Mitte befindliche (Fig. 3 *k*) ist haarfein.

Es ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die beiden anderen etwas oberhalb der Grenze der Innenwand und der Schädelbasis befindlichen sind beträchtlich weiter. Die hintere, kleine, kreisrunde (Fig. 3 *g*) ist das *foramen rotundum*, die vordere, von der hinteren durch eine Leiste getrennte, querovale, grössere der *porus acusticus internus* (Fig. 3 *d*) zum Hineintreten des *nervus acusticus* und des vor ihm gelagerten *nervus facialis*. Dieser *porus* führt in eine Vertiefung der Innenwand, einen *meatus auditorius internus*, wie wir einen solchen sonst nur bei den höheren Thieren, zuerst bei den Reptilien, namentlich den Schildkröten zu treffen gewohnt sind, und im Grunde derselben, die vorne tiefer als hinten erscheint, sehen wir fünf Oeffnungen auftreten. Die an der vorderen Wand des *meatus* befindliche (Fig. 3 *b*) rundliche, grössere ist der Beginn des, wie bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden, gleich zu erwähnenden *canalis Fallopiae* für den *nervus facialis*. Von den vier übrigen liegt die am weitesten vorne befindliche (Fig. 3 *c*) oberhalb der Oeffnung des *canalis facialis* und nimmt den Nerven für den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen auf. Nach hinten davon bekommen wir zwei sehr kleine, nach innen führende für die Sacknerven, und nach hinten und unten von diesen wieder eine grössere (Fig. 3 *f*) für den Nerven der Schnecke und der hinteren, alleinstehenden, frontalen Ampulle.

Der *canalis Fallopiae* durchsetzt, wie bei den Reptilien nach aussen und vorne gewandt, den unteren Theil der Vorderwand des Gehäuses und mündet dann vor dem *foramen vestibulare* (Fig. 4 *i*) am Uebergange der äusseren in die vordere Wand, in dem Raume zwischen *columella* und der *cartilago pterygoides*. Im Uebrigen erscheint der innere Theil der Vorderwand vom *processus sphenoidalis* und vom Knorpel der *ala magna*, die zusammen das *foramen trigemini* bilden (Fig. 3 *a* u. 4), überwölbt und in dem unteren Theile geschieht dasselbe theilweise von Seiten des Pterygoidealknorpels. Wegen der Anlagerung des *trigeminus* erscheint die Mitte der Vorderfläche ein wenig ausgehöhlt. Die hintere, niedrige, nach hinten, innen sehende Fläche ist vollkommen vom seitlichen Hinterhauptsbeine (Fig. 3 u. 4) überdacht und nur die abgerundete Kante an dem Uebergange in die äussere Fläche liegt frei am Schädel vor und durch diese Ueberwölbung wird das grosse *foramen jugulare* (Fig. 3 *h*, Fig. 4) für den *vagus* und *glosso-pharyngeus* gebildet. Das *opistoticum* bildet die vordere, das *occipitale laterale* die obere, untere und hintere Begrenzung dieser Oeffnung.

Die bei jugendlichen Individuen vollkommen knorpelige, nach hinten, innen und unten sehende, abgestutzte Spitze verschmilzt mit dem knorpeligen Primordialkranium, allein dieses ist im erwachsenen Zustande bis auf unbedeutende Reste von dem *parasphenoidale* absorbirt, und dann ruht die wenigstens hinten verknöcherte, vom *pro-* und *opisto-*

ticum gebildete Spitze diesem Knochen, und zwar der seitlichen Verbreiterung auf, die nur nicht, wie bei den Fröschen, die Gestalt wirklicher, seitlicher Flügel hat. Ja es ist dann nicht selten der Fall, dass die Labyrinthknochen an der Spitze vollkommen mit dem *parasphenoidale* verschmelzen, so dass dieses direct den Binnenraum abzuschliessen scheint. Immerhin ist es aber nur der hintere Theil der Spitze der Gehörkapsel, der auf dem *parasphenoidale* ruhend mit dem Primordialkranium verschmilzt. Die vordere Hälfte liegt frei an der Schädelbasis und zeigt sich grösstentheils unverknöchert und das ist das *operculum* von WINDISCHMANN, dessen auch CALORI ausdrücklich Erwähnung thut und welches hinten, unten das *foramen ovale* begrenzen hilft und mittelst Bandmasse an die *pars interna columellae* (Fig. 2 *m*) angeheftet ist. Ich betrachte dieses *operculum*, welches WINDISCHMANN zum Gehörknöchelchen rechnet und als eine knorpelige Verschlussmasse des *foramen ovale* betrachtet, während CALORI dasselbe mehr als eine Membran auffasst, als den freïen Theil der Spitze der Labyrinthpyramide, die ja selbst noch bei den Schildkröten aus Weichtheilen, Knorpel, gebildet erscheint. Die *fenestra ovalis* dehnt sich demnach, wie bei den übrigen Wirbelthieren, nur über die Aussenfläche des Gehäuses aus, soweit wie sich die *pars interna* der *columella* erstreckt. Dasselbe ist, wie WINDISCHMANN richtig bemerkt, nach unten hin convex (Fig. 2 *l*), gegen den Binnenraum concav und begrenzt das *foramen ovale* mit einem ausgeschnittenen Rande. Es macht wie CALORI richtig bemerkt, namentlich an jungen und halberwachsenen Exemplaren den Eindruck einer zarten Membran, und dennoch hat WINDISCHMANN Recht, wenn er von einem *operculum cartilagineum* spricht. Es ist in der That eine zarte Lamelle hyalinen Knorpels mit sparsamer Intercellularsubstanz und wunderschönen, dicht gedrängten Knorpelzellen und schon um dieses histologischen Characters willen und weil das Gewebe sich nicht in die *columella* fortsetzt, bin ich nicht geneigt, dieselbe als eine einfache Verschlussmembran des *foramen ovale* aufzufassen, sondern betrachte dieselbe als integrirenden Bestandtheil der Kapsel. So weit es mir möglich war zu constatiren, zeigt *Siren* ebenfalls ein solches knorpeliges *operculum* als freien, nach aussen von dem *parasphenoidale* gelegenen Theil der Spitze der Labyrinthpyramide, während mir dagegen *Proteus* (ich bin jedoch nicht vollkommen sicher) mehr ein Verhalten wie *Triton* zu zeigen scheint, bei welchem Thiere ebenfalls noch der grösste Theil der Pyramidenspitze nach aussen von dem *parasphenoidale* frei an der Schädelbasis vorliegt, allein, und das spricht für die Richtigkeit meiner Auffassung des *operculum*, es erscheint nicht länger knorpelig, sondern knöchern, so dass in diesem Falle, und das spricht weiter für die höhere Stellung von *Triton*, eventuell von *Proteus*, wie bei allen höheren Wirbelthieren, das an der Aussenfläche der

Gehörkapsel befindliche *foramen vestibulare* rings von Knochen begrenzt erscheint. *Salamandra* bietet dann schon einen Uebergang zu den Verhältnissen bei den *Batrachiern*, insofern, als die seitlichen Fortsätze des *parasphenoidale*, wie bei den Fröschen, flügelartig weiter lateralwärts gewachsen sind und nun vollständig die abgestumpfte Spitze der Gehörkapsel decken.

Der Binnenraum des Gehäuses, zu dem ich mich jetzt wende, bildet, wie es nach dem Vorhergehenden nicht anders zu erwarten, ein Mittelglied zwischen dem Binnenraume des Labyrinthes der Fische und dem der *Batrachier*. Es ist, wie bei den Teleostiern, ein grosser, jedoch allseitig von festen Theilen umschlossener Hohlraum, an dem sich aber nun schon besser, wie bei den Fischen, wenn auch nicht völlig so ausgeprägt, wie bei den *Ranae*, ein *cavum anterius* und *posterius* für die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi* und für die alleinstehende Ampulle nachweisen lassen. Dagegen finden wir nur schwache Andeutungen der Trennung eines *cavum internum* zur Aufnahme der Commissur der Bogengänge von einem *cavum inferius*, das dem *utriculus*, dem *sacculus* und der Schnecke zur Aufnahme dient.

Das *cavum inferius*, das den allergrössten Theil des Binnenraumes des Gehäuses einnimmt und nur oben hinten und oben vorne durch das *cavum posterius* und *anterius* (Fig. 2 *a*, Fig. 4) in seiner Ausdehnung die unten an der Spitze am grössten ist, beschränkt wird, besitzt eine hohe Aussen- und eine niedrige Innenwand, eine schmale obere, die durch die Innenfläche der Basis der Labyrinthpyramide gebildet wird, so weit dieselbe nicht zur Bildung des vorderen und hinteren Raumes in Anspruch genommen ist, was jedoch mit dem grössten Theile der Fall. Die Vorderwand ist niedrig, die Hinterwand etwas höher. Die äussere Wand dehnt sich aus, soweit sich überhaupt das *foramen vestibulare* ausdehnt und stösst oben an den alsbald zu erwähnenden knöchernen, horizontalen Bogengang. Die Vorderwand ist nur unten, und zwar zum geringsten Theile so weit sich der *canalis Fallopiae* ausdehnt, knöchern und grösstentheils von der weiten Eingangsöffnung in das *cavum anterius* unterbrochen, die nach unten, hinten und lateralwärts gekehrt ist, während die ausgehöhlte Hinterwand wenigstens zur Hälfte unten durch Knochen gebildet wird und nur oben durch die nach aussen vorne und unten sehende Oeffnung des *cavum posterius*. Die leicht ausgehöhlte, von oben innen nach unten aussen gestellte Innenwand und der fast horizontal gelagerte Boden des *cavum inferius* sind jedenfalls die complicirtesten und mit Ausnahme der äusseren Hälfte des Bodens, die durch das *operculum* gebildet wird, vollkommen knöchern. Die Grenze zwischen den beiden bildet eine, in der Mitte am meisten sich erhebende Leiste (Fig. 4 *g*), die nach vorne in die untere Begrenzung der Oeffnung des

cavum anterius übergeht und nach hinten nur schwach sich erhebend an der Grenze des Bodens und der Hinterwand verläuft und sich verliert. Diese Leiste, *crista vestibuli,* ist vergleichend anatomisch im allerhöchsten Grade interessant, weil sie die erste Andeutung der bei den Reptilien und den höheren Thieren stattfindenden Trennung des *cavum inferius* in eine untere, *cavitas cochleae,* und in eine obere, *cavitas vestibuli s. vestibulum* (Fig. 4 *n*), darstellt, die bei den Fröschen vorläufig wieder verschwindet, um dann, wie wir finden werden, bei den Schlangen zum ersten Male wieder deutlich aufzutreten. Unterhalb der höchsten Erhebung dieser Leiste finden sich, die vordere etwas höher, die hintere etwas tiefer gestellt, die beiden nadelstichgrossen Oeffnungen (Fig. 4 *f*) für einen Theil der Sacknerven und am Ende der höchsten Erhebung, die nach hinten und etwas nach aussen sehende, grössere Oeffnung (Fig. 4 *e*) für den übrigen Theil der Sacknerven, für den *nervus cochlearis* und den zur hinteren Ampulle gehenden Zweig. Nach hinten und etwas nach oben von dieser die Leiste unterbrechend, nahezu an der Grenze der Hinterwand gelagert, findet sich dann das *foramen rotundum* (Fig. 4 *b*). Im Uebrigen erscheint der Boden der *cavitas cochleae* ausgehöhlt, jedoch durch eine, von der ebengenannten Oeffnung abwärts verlaufende, nach vorne convexe Leiste in eine kleinere, hintere (Fig. 4 *e*) und eine grössere, vordere Vertiefung (Fig. 4) getrennt, von denen jene zur Aufnahme der Schnecke, diese zur Aufnahme des Sackes bestimmt ist. Oberhalb der Leiste, in der *cavitas vestibuli* sehen wir dann die Innenwand sich ausdehnen, die, wie gesagt, in ihrem oberen Theile, wo dieselbe an die verticalen Bogengänge anstösst, kaum irgend eine Andeutung einer Begrenzung gegenüber dem *cavum internum,* das für die Bogengangcommissur bestimmt, zeigt, wie es bei den *Batrachiern* der Fall. Dieselbe wird nach hinten von dem *cavum posterius* durch eine senkrecht von dem *foramen rotundum* ausgehende, schwache *crista* (Fig. 4 *o*) getrennt, während die Trennungsleiste gegenüber dem *anterius* (Fig. 4 *l*) höher erscheint. In der Mitte der Binnenwand (Fig. 4 *n*) findet sich die *apertura aquaeductus vestibuli* und an der Begrenzungsleiste gegen das *cavum anterius,* mehr schon diesem angehörig (Fig. 2 *a*), die Oeffnung zur Aufnahme der Nervenäste für den *recessus utriculi* und die vorderen, zusammenliegenden Ampullen. An die Innenwand legt sich das untere Ende der Commissur mit dem darin mündenden *utriculus* (Fig. 4 *n*), das Ende des horizontalen Bogenganges und die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle. Das *cavum cochleae* für Sack und Schnecke hat schon Calori beschrieben und Fig. 6 *r* abgebildet, wobei er auch der Trennungsleiste gegen das *cavum anterius* und *posterius* und dieser selbst kurz Erwähnung thut.

Das ähnlich wie bei den Batrachiern gestaltete, geräumige *cavum*

anterius, welches weiter nach oben emporragt wie das hintere und dessen Oeffnung gegen die *cavitas vestibuli* ich bereits beschrieben, zeigt einen unteren, vorderen, grösseren *recessus* und einen oberen, äusseren nebst einen oberen, inneren, kleineren. Von diesen dient ersterer, der halbkugelig gestaltet ist, zur Aufnahme des *recessus utriculi*, gegen den dann eine feine, aus der vorderen Nervenöffnung kommende Furche für den Utricularnerven verläuft, während die beiden anderen, mehr ovalen zur Aufnahme der beiden zusammenliegenden Ampullen dienen. Von diesen führt der obere äussere in einen kurzen, knöchernen, horizontalen Bogengang, der oberhalb des *foramen vestibulare* befindlich und nur wenig nach hinten abwärts steigend das vordere Drittel des häutigen Bogenganges umschliesst, der mit seinem mittleren Theile im *cavum posterius*, mit seinem Ende in der *cavitas vestibuli*, am hinteren Theile der Innenwand gelagert ist. Der innere obere geht aufwärts in einen etwas nach innen und hinten verlaufenden, knorpeligen Bogengang über, der ebenfalls nur den Beginn des sagittalen Bogenganges umschliesst, dessen grösster Theil dann im Homologon des *cavum internum* belegen erscheint. Die häutigen Bogengänge werden also ähnlich wie bei den Fischen, jedoch viel weniger vollständig wie bei den Fröschen, knöchern umschlossen, am meisten noch der horizontale, wie ich das auch in der allgemeinen Betrachtung dieser Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren in der Arbeit über das Gehörorgan der Fische auseinandergesetzt. Das tiefer wie das vordere *cavum* gelegene *cavum posterius*, welches noch weniger gut von der *cavitas vestibuli* abgegrenzt erscheint, wie wir das ja auch bei den Teleostiern finden, zeigt einen *recessus* zur Aufnahme der alleinstehenden, hinteren, frontalen Ampulle, allein derselbe geht nicht, wie die vorderen, in einen vollständig geschlossenen, kurzen Bogengang über, sondern der Bogengang ist unvollständig, bildet nur eine, am hinteren Theile der Innenfläche der Basis der Labyrinthpyramide befindliche Furche. Ich will es dahin gestellt sein lassen, ob nicht ein geringer Theil durch Knorpelmasse zu einem Canale vervollständigt wird. Das Material fehlte mir, um diesen Punct festzustellen. Windischmann erwähnt, dass für alle drei häutigen Canäle auf kurzer Strecke geschlossene knöcherne Röhren vorhanden sind. Nach vorne hin sehen wir das *cavum* gegen die hintere Mündung des knöchernen, horizontalen Bogenganges verlängert.

Wenden wir uns jetzt zur Schilderung des häutigen Gehörorganes, so finden wir, dass die bisherigen Angaben über dasselbe, die von Windischmann und Calori gemacht, trotz mancher richtigen Beobachtung, ausserordentlich ungenügend sind. Die Schilderung geht nicht über die Existenz, den Verlauf der Bogengänge, das Vorhandensein von zugehörigen Ampullen und eines mit Otolithen gefüllten Sackes hinaus,

wie bei Windischmann, und wenn Calori auch Angaben über die Lagerung der Theile macht, und über die Verzweigung der Gefässe, so stehen diesen Beobachtungen Behauptungen gegenüber, die auf mangelhafter Präparation beruhen, so, wenn er ausdrücklich erwähnt, dass es ihm nicht gelungen, eine Trennung des Vorhofes in *sacculus* und *utriculus* nachzuweisen, sondern dass eine vordere und hintere Aussackung am häutigen Vorhofe sich finde, der, wie bei den Fischen, mit einem Otolithen gefüllt sein soll. Aus der vorderen sollen sich die vorderen Ampullen und Bogengänge erheben, während er das Verhältniss an der hinteren Aussackung und der hinteren Ampulle und des Endes der Bogengänge, namentlich auf seiner Zeichnung sehr im Unklaren lässt.

Das häutige Labyrinth des *Siredon* sowohl, wie der *Salamandrinen* ist für mich eines der interessantesten Objecte gewesen, weil dasselbe auf die schönste Weise das recht einfache Gehörorgan der Fische mit dem recht complicirten der Frösche verknüpft und ein helles Licht auf die Homologien der complicirten Bestandtheile der Schnecke dieser Thiere wirft, über die ich seiner Zeit nicht vollkommen genügenden Aufschluss geben konnte. Alle Grundbestandtheile, die wir bisher bei den Wirbelthieren, von den Teleostiern angefangen, haben kennen gelernt, sind hier in derselben Grundanordnung vorhanden und wir können demnach die drei Ampullen, zwei vordere und eine hintere, mit ihren Bogengängen, den *utriculus* mit dem *recessus* und der *macula*, die dahinter und unterhalb gelegene *macula sacculi* und diesen selbst und wiederum die dahinter gelegene Schnecke nachweisen, *sacculus* und Schnecke aber wieder in ganz besonderen Formen. Sämmtliche im *cavum inferius* gelegene Theile, wie *sacculus*, Schnecke, *utriculus* und Commissur der Bogengänge liegen excentrisch an der Innenwand, so dass zwischen ihnen und dem *foramen vestibulare*, wie bei den Fröschen und den übrigen höheren Wirbelthieren, ein grosses *cavum perilymphaticum* zu Stande kommt, das sich, wenn auch in sehr geringer Ausdehnung, durch das *cavum anterius* und *posterius* auf die concave Seite der Bogengänge fortpflanzt.

Das Freilegen der von dem Gehäuse umschlossenen Theile gelingt bei wenigen Thieren leichter, als bei *Siredon* und den *Salamandrinae*, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Binnenraum ja im Wesentlichen eine einzige grosse Höhle repräsentirt, die mit weiten Mündungen in die kleinen Nebenräume übergeht. Nachdem man die die Labyrinthpyramide von oben her deckenden Muskeln und die horizontale Platte des *squamosum* entfernt und das Dach des Binnenraumes, was leicht gelingt, abgetragen, liegen die Weichtheile schon in der grössten Ausdehnung (Fig. 8) vor uns und es bedarf nur eines geringfügigen, weiteren Abtragens der Wände, um sie aus der Kapsel herauszuheben. Hat man

die obere Wand des Gehäuses und die Theile in der Umgebung des *foramen vestibulare* abgetragen, so sieht man jedoch die Bestandtheile des häutigen Labyrinthes nicht isolirt vor sich, sondern, ähnlich wie es bei den Schildkröten in einem so ausgeprägten Masse der Fall, dieselben (Fig. 8 *g, h, i, k*) schimmern nur theilweise durch eine sie umhüllende Membran (Fig. 8 *i*) und zwar gelingt es bei der Betrachtung von oben und aussen die Bogengänge und weniger deutlich die zugehörigen Ampullen und das obere Ende der Commissur, in das die beiden verticalen Bogengänge münden, zu sehen (Fig. 8 *g, k*). Ausserdem schimmert im Umfange der Bogengänge aus der Tiefe eine kreideweisse Otolithenmasse durch (Fig. 6). Nur dann, wenn man die an der Innenwand des Gehäuses gelagerten Theile freilegt, bemerkt man deutlich (Fig. 6) die beiden verticalen Bogengänge, die Commissur sammt dem Ende des horizontalen Ganges, die Röhre der hinteren, frontalen Ampulle, den *utriculus* und unten den Sack mit einem kleinen Anhange hinter der Schnecke. Was aber am überraschendsten bei diesen Thieren sowohl, wie bei den *Salamandrinen* erscheint (Fig. 6 *g, f*), man sieht hinten, zwischen dem Ende des horizontalen und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle einen vierten Bogengang, der mich, als ich ihn zuerst entdeckte, einigermassen in Verlegenheit setzte, weil ich niemals etwas Aehnliches bei den übrigen Wirbelthieren beobachtet. Es ist, wie ich alsbald zeigen werde, der *ductus s. canalis perilymphaticus*, oder der *aquaeductus cochleae*, der sich bei diesen Thieren ganz eigenthümlich verhält. Diese Umhüllungsmembran, die sämmtliche Theile des häutigen Gehörorganes umschliesst, und denselben mehr oder minder dicht angelagert ist, ist überall der Innenwand der Kapsel und somit deren Periost angelagert und lässt sich ohne jegliche Schwierigkeit im Zusammenhange darstellen. Sie wird natürlich dort, wo sich die häutigen Theile des Labyrinthes der Wand der Kapsel inniger anschmiegen, also namentlich an der convexen Seite der Bogengänge und an der Innenwand denselben dicht angelagert sein, dagegen nach aussen hin gegen das *foramen vestibulare* (Fig. 8), also namentlich der *cavitas vestibuli* und *cochleae* entsprechend, mehr oder minder weit abstehen. Da nun ferner die Bogengänge, wie bereits erwähnt, nur in ihrem Beginne und auf sehr kurze Strecken knöchern umschlossen sind, und im Uebrigen, wie bei den Teleostiern, unter der Decke des Binnenraumes frei liegen, so wird sich die periostale Umhüllung, die sich ja an den Knochen hält, wie wir das in der That sehen, als ein freies Segel gleichsam über den Zwischenraum zwischen den Bogengängen ausspannen. Diese ziemlich feste, mit reichlichen, sternförmigen Pigmentzellen versehene, bindegewebige, periostale Membran, die wir in derselben Weise bei den *Salamandrinen* antreffen, und die wir später auch bei den *Batrachiern* näher

kennen lernen werden, umschliesst das *cavum perilymphaticum*, das nur insofern einen Unterschied gegenüber den Teleostiern zeigt, als dasselbe nicht mit einem ölhaltigen Bindegewebsnetz angefüllt erscheint und nicht, wie bei den Schildkröten, in ein *cavum perilymphaticum internum* und *externum* getheilt ist, sondern, wie bei den Eidechsen und den höheren Wirbelthieren, einen einzigen grossen Raum bildet, der im Bereiche des *foramen ovale*, nach aussen vom *sacculus* am ausgedehntesten erscheint und sich ohne Unterbrechungen, aber in viel geringerer Ausdehnung in das *cavum anterius* und *posterius* über die concave Seite der Bogengänge, der Aussenseite der Commissur und des *utriculus* erstreckt, und von einem klaren *liquor perilymphaticus* erfüllt ist. Wo diese periostale Hülle den Theilen des häutigen Gehörorganes dicht anliegt, da sehen wir eine festere Verbindung nach Art des Maschennetzes der Teleostier mittelst kurzer Faserstränge zu Stande kommen, die namentlich an der convexen Seite des Endes der Bogengänge und an dem oberen Ende der Commissur ausserordentlich stark erscheint, so dass es hier nur äusserst schwer gelingt, die Theile von der Umhüllungsmembran zu befreien. Das Interessanteste ist nun, dass in diesen von dem Perioste abgeschlossenen Raum des *cavum inferius* und zwar an der Grenze des *cavum posterius* eine Röhre mit ihrer Oeffnung hineintaucht (Fig. 7 *d*), die zwischen der alleinstehenden Ampulle und der daran gelegenen Krümmung des horizontalen Ganges ihren Anfang nimmt, das Aussehen eines Bogenganges besitzt und hinter den *sacculus*, zwischen ihm und dem Ende des horizontalen Ganges weg verlaufend sich auf die Innenwand desselben schlägt, (Fig. 6 *c*) und oberhalb der Schnecke (Fig. 5 *g*) durch das *foramen rotundum* (Fig. 4 *b*) in die Schädelhöhle tritt. Wir werden ihn dort in einer späteren Abhandlung wieder aufsuchen. Er ist das Homologon des *canalis lymphaticus* der Schildkröten und Eidechsen, des *aquaeductus cochleae*, der sich wie diese in das *cavum perilymphaticum* öffnet und hier somit die perilymphatische Flüssigkeit direct in die Schädelhöhle leiten kann.

Entfernt man nun diese periostale Umhüllungsmembran (Fig. 8), so kommen die einzelnen Theile des Gehörorganes in ihren gegenseitigen Lagerungsverhältnissen und ihren Formen zu Gesicht und wir haben da zunächst den Bogenapparat, die Commissur, den *utriculus*, den *sacculus* und dann die Schnecke zu betrachten. Wir finden auch bei diesen Thieren die bekannten drei Ampullen (Fig. 8 *b*, *c*, *f*) in derselben Lagerungsweise, wie bei den Knochenfischen, respective den Fröschen, zwei im *cavum anterius*, eine im *posterius*, jene die aussen gelegene, horizontale, und die nach innen und etwas nach vorne gelagerte sagittale, diese die alleinstehende, frontale, welch letztere jedoch ein klein wenig tiefer gelagert ist, wie die beiden anderen. Die sagittale kehrt ihr Dach nach

hinten oben, ihren Boden mit dem *sulcus transversus* nach der entgegengesetzten Richtung, die frontale hintere sieht mit ihrem Dache nach innen oben und vorne, mit ihrem Boden und dem *sulcus transversus* nach unten, aussen und hinten. Der Boden der horizontalen kehrt nach aussen und etwas nach vorne, das Dach dem entsprechend nach innen und hinten. Die in den verticalen Ampullen durchschimmernden *cristae acusticae* ziehen sich symmetrisch etwas an den Seitenwänden empor und erheben sich aus dem *sulcus transversus,* in den die Nerven in zwei Bündelchen getheilt hineintreten. Das Ende derselben ist von dem *planum semilunatum* umgeben. Das Dach der Ampulle zeigt in der Mitte den Dachstreifen, die *raphe.* Die *crista* der horizontalen Ampulle schimmert mehr an der oberen Seitenwand durch und liegt somit, wie bei den nahestehenden Thierclassen asymmetrisch zur Mittellinie des Bodens, wie auch der *sulcus transversus,* in den der ungetheilte Nervenast tritt. Ueber das Dach aller drei Ampullen schlagen sich dann die Bogengänge, der sagittale, frontale und horizontale, von denen letzterer der grösste, der zweite der kleinste. Alle liegen auch bei *Siredon* nicht in den entsprechenden Ebenen. Der sagittale, sehr flache Bogengang geht von vorne aussen unten nach hinten innen oben, der kürzere, stärker gekrümmte, frontale, hintere von unten aussen und hinten nach oben vorne und innen. Das Ende des frontalen (Fig. 6 u. 7) liegt etwas höher, wie das des sagittalen. Der horizontale Gang geht, schwach Sförmig gekrümmt, nach aussen unten und hinten und biegt dann oberhalb des Daches der hinteren Ampulle, oberhalb des Beginnes des *canalis perilymphaticus* nach innen und vorne, um mit einer ampullenförmigen Erweiterung (Fig. 7 *c*) rechtwinkelig von aussen her in die Commissur zu münden. Auf der concaven Seite der Bogengänge sieht man den weissen Streifen der *raphe* ziehen und von innen her durchschimmern, der sich dann über das Dach der Ampullen fortzieht. Die verticalen Bogengänge treten (Fig. 6 u. 7 *a*, b) zu einer an der Innenwand des Gehäuses gelagerten, kurzen, röhrenförmigen Commissur zusammen, die wegen der Kürze des frontalen, hinteren Bogenganges mehr am hinteren Theile der Innenwand der Gehörkapsel gelagert ist, und erscheint, wie bei den Teleostiern, ein wenig nach vorne abwärts geneigt und nimmt vorne, gleich unterhalb der verticalen Bogengänge das erweiterte Ende des horizontalen auf. Unter und hinter dieser Einmündung sehen wir dann die Commissur mit der nach vorne und innen aufwärts gebogenen, weiten Verbindungsröhre, die die hintere Ampulle auch bei diesen Thieren mit dem *utriculus* hat (Fig. 6 *d*), zusammenstossen.

Die vorderen Ampullen münden zusammen in den mehr horizontal, nur wenig nach innen hinten und aufwärts verlaufenden (Fig. 6 *h* u. 7 *h*) cylindrischen *utriculus,* der dieselbe Weite, wie die Verbindungsröhre der

frontalen Ampulle besitzt, und nach vorne unten von der Einmündung des horizontalen Ganges mit der Commissur zusammentrifft. Unterhalb und medianwärts von den zwei zusammenliegenden, vorderen Ampullen zeigt er namentlich nach unten aussen hin eine ampulläre Erweiterung, den *recessus utriculi*, an dessen convexe, äussere und untere Seite der Nerv breit, fächerartig ausstrahlend tritt, um dann zu den Ampullen weiter zu verlaufen. Dieser Boden des *recessus* ist verdickt und durch denselben und durch die Hälfte der Seitenwände schimmert die *macula* mit der kleinen, rundlichen Otolithenmasse. Im Uebrigen ist die Wand des *utriculus* zart.

Unter dem abwärts convexen Boden des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle dehnt sich dann der grösste Theil des häutigen Gehörorganes, der rundliche, wenig querovale *sacculus* (Fig. 6 u. 7 *g*) mit der den Binnenraum nahezu ganz ausfüllenden Otolithenmasse aus, der im *cavum inferius* schräg von oben und innen nach unten und aussen gelagert von dem *foramen ovale* durch den untersten Theil des *cavum perilymphaticum* getrennt wird. Derselbe zeigt eine ungemein zarte Aussenwand, die sehr leicht zerreisst und nur unterhalb der Commissur mit der Vorderwand des *utriculus* zusammenhängt, und eine derbere Innenwand (Fig. 6 u. 7 *g*), an der sich in ähnlicher Weise, wie es bei den Teleostiern der Fall, der Nerv fächerartig ausbreitet. Diese hängt hauptsächlich unterhalb der Commissur mit der Innenwand des *utriculus* zusammen. Im Uebrigen ist der Sack vollkommen von den oberhalb gelagerten Theilen getrennt und liegt denselben nur an. Die Otolithenmasse lässt sich sehr leicht im Zusammenhange herauslösen, ist aber nicht, wie bei den Knochenfischen, ein Otolith, wie Calori meint, sondern ein Otolithenbrei, wie bei den höheren Wirbelthieren, der durch eine Otolithensackmembran zusammengehalten wird und bis auf einen schmalen, mit Flüssigkeit gefüllten, an der Vorder- und Hinterwand des Sackes befindlichen Raum denselben ganz ausfüllt. Nach Wegnahme derselben kommt an dem unteren Theile der Innenwand (Fig. 7 *g*) eine längliche *macula*, die, wie bei den meisten Teleostiern, ein wenig nach vorne hin zugespitzt ist, zum Vorschein. Gleichzeitig aber sehen wir dann eine Anzahl von Oeffnungen im Sacke, die unsere Aufmerksamkeit im höchsten Grade in Anspruch nehmen müssen. Unter der Commissur, ein wenig mehr nach vorne gegen die Unterseite des hinteren Endes des *utriculus* gewandt, sehen wir einen länglichen, nach aussen abwärts sehenden, von hinten oben nach unten vorne gestellten Schlitz (Fig. 7 *l*), der von derselben Form, wie bei den Batrachiern, die Verbindung zwischen *sacculus* und Schnecke vermittelt und an dessen äusserer, vorderer Wand die Aussenwand des Sackes ihren Ursprung hat, und dessen Innenrand in die Innenwand desselben übergeht. An

der vorderen Spitze des Schlitzes findet sich dann noch eine, nach aussen sehende, rundliche, feine Oeffnung (Fig. 7 *i*), die *apertura aquaeductus vestibuli*, die in eine cylindrische, zarte Röhre, die Vorhofswasserleitung (Fig. 6 *i*), führt, welche an dem unteren Rande des Endes des *utriculus* ein wenig bogenförmig nach vorne aufwärts gekrümmt, an der Vorderwand der Commissur bis unter das Ende des vorderen, sagittalen Bogenganges an der Innenwand des Gehäuses verläuft, und dann durch die *apertura ossea aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle tritt, wo wir sie später weiter verfolgen werden. Unter der Mitte und der hinteren Spitze der Spalte (Fig. 7 *k*) findet sich an der Sackwand sowohl von aussen (Fig. 6 *b*), als von innen deutlich sichtbar eine halbkugelige Ausbuchtung, die oberhalb des *aquaeductus cochleae* erscheint. Zu dieser, dem Schneckenanfange, sehen wir einen feinen Nervenfaden, der von der Schneckenwasserleitung bedeckt ist, verlaufen, der aus dem Zweige, der sich zur hinteren Ampulle begiebt, seinen Ursprung nimmt und sich zur Hinterwand des Anfangstheiles begiebt, die etwas verdickt erscheint und innen eine kleine *macula* trägt, welche von einer geringfügigen Otolithenmasse überlagert ist. Dieser Anfangstheil der Schnecke ist also nur eine Ausbuchtung der Sackinnenwand. Am hinteren Sackende, unterhalb des *ductus perilymphaticus*, aber nur bei der Betrachtung der Sackinnenwand hinter der *macula sacculi* in voller Ausdehnung sichtbar (Fig. 6 u. 7 *f*), findet sich dann, wie bei den Teleostiern, noch eine halbkugelige Ausbuchtung, zu der ein stärkerer Nervenfaden, der von den Nerven des Sackes getrennt ist, und zwar an die Innenwand verläuft. Dies ist die eigentliche Schnecke, der Lagenantheil derselben, die dem Sacke gegenüber selbständiger erscheint, wie der Anfangstheil und ein wenig abwärts überhängt, so dass derselbe unten gleichsam abgeschnürt ist. Die Oeffnung gegen den Binnenraum des *sacculus* (Fig. 7 *f*) ist rundlich. In dieser flaschenförmigen Ausbuchtung befindet sich dann an der Innenwand eine rundliche *macula acustica* und eine ebenfalls rundliche Otolithenmasse. So sind alle Theile, die wir bei den Teleostiern fanden, namentlich was Sack und Schnecke betrifft, in ähnlicher Form bei *Siredon* nachweisbar und als neu tritt nur der Anfangstheil der Schnecke hinzu, auf den ich bei der allgemeinen Betrachtung des häutigen Gehörorganes wieder zu sprechen komme und der, wie wir sehen werden, für das Verständniss des Gehörorganes der Frösche und weiterhin der Reptilien von wesentlicher Bedeutung ist.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^5/_2$. Kopf von *Siredon pisciformis* präparirt. An der einen Seite die Kaumuskulatur freigelegt, auf der anderen Seite weggenommen. *a. abductor branchiorum*. *b.* Nackenmuskeln. *c. depressor maxillae*. *d. Temporalis et masseter*. *e. parietale*. *f.* Gehörkapseloberfläche. *g.* Horizontaler Theil des *squamosum*. *h.* Ansatzleiste der Muskeln. *i. columella*. *k.* Absteigender Theil des *squamosum*. *l. nervus glossopharyngeus*. *m.* Branchialmuskeln. *n.* Ast der *carotis*. *o. vagus* mit dem ersten Branchialast vorne.

Fig. 2. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Siredon* präparirt und von hinten gesehen. *a.* Eingang in das *cavum anterius* der Gehörkapsel. *b.* Oeffnung der knöchernen Kapsel, in der das *operculum* gelagert. *c. foramen jugulare*. *d. os parietale*. *e.* Grenze zwischen *occipitale laterale* und *opistoticum*. *f.* Horizontaler Theil des *squamosum*. *g.* Oeffnung zum Durchtritt eines *Carotis*-Astes. *h. pars externa columellae*. *i. pars media*. *k.* Ansatz der *pars externa columellae*. *l. operculum*. *m. ligamentum* zwischen *operculum* und der *pars interna columellae n*. *o.* Raum zur Aufnahme des *facialis*.

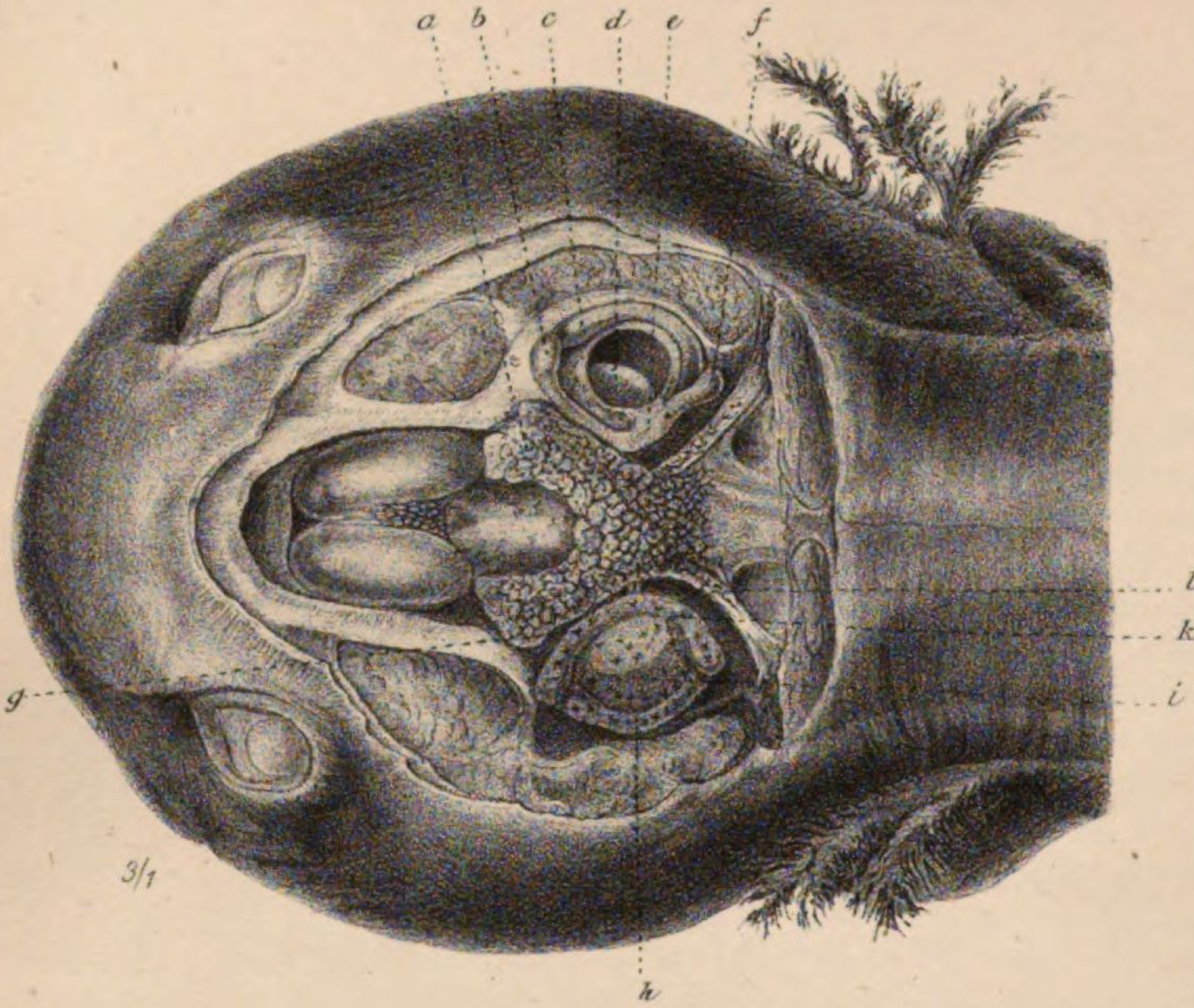
Fig. 3. Vergr. $^4/_1$. Halbirter Schädel von *Siredon* von innen gesehen. *a. foramen trigemini*. *b.* Innere Oeffnung des *canalis Fallopiae*. *c.* Oeffnung für den Utricularnerven. *d. porus acusticus internus*. *e.* Oeffnungen für den Sacknerven. *f.* Oeffnung für den Schnecken- und hinteren Ampullennerven. *g. foramen rotundum*. *h. foramen vagi*. *i.* Fortsatz des seitlichen Hinterhauptbeines zur Verbindung mit dem *parietale*. *k. apertura aquaeductus vestibuli*. *l.* Den *processus sphenoidalis n* durchsetzender Canal.

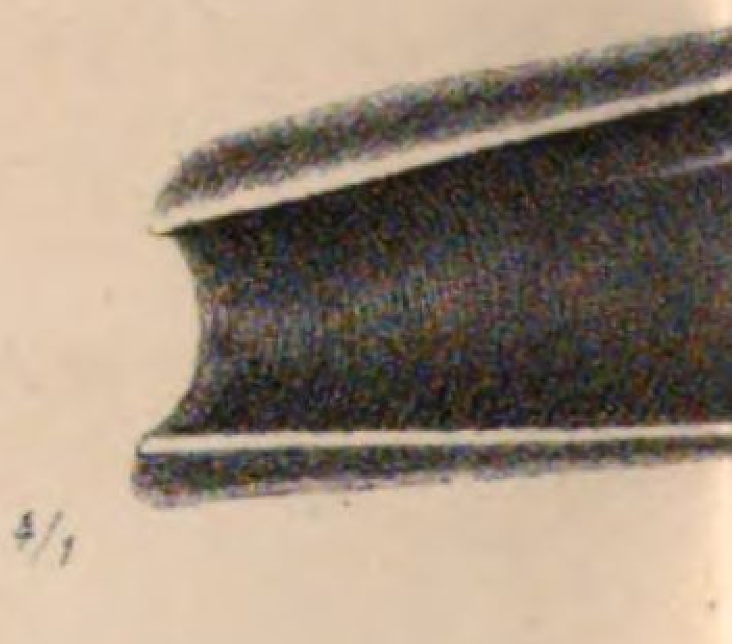
Fig. 4. Vergr. $^4/_1$. Schädel von *Siredon* von aussen gesehen, mit geöffnetem *foramen ovale* und weggenommenem *operculum*. *a.* Knochenfortsatz zum Ansatze der Nackenmuskeln. *b. foramen rotundum*. *c.* Rand zur Anheftung des *operculum*. *d.* Oeffnung für den Schneckennerven. *e.* Leiste zur Begrenzung des *recessus* der Schnecke. *f.* Oeffnungen für den Sacknerven. *g. crista vestibuli*. *h.* Eintrittsstelle der *carotis interna*. *i.* Aeussere Oeffnung des *canalis facialis*. *k.* Oeffnung für den Utricularnerven. *l.* Begrenzungsleiste des *cavum anterius*. *m. processus squamosus prootici*. *n. apertura aquaeductus vestibuli* in der *cavitas vestibuli*. *o.* Begrenzungsleiste des *cavum posterius*.

Fig. 5. Vergr. $^7/_2$. Gehirn und Gehörorgan von der Schädelbasis präparirt. *a. ampulla posterior*. *b. sacculus*. *c. cochlea*. *d.* Unterer Theil des *saccus endolymphaticus*. *e. trigeminus*. *f. facialis*. *g. ductus s. canalis perilymphaticus*. *h. glossopharyngeus*. *i. vagus*.

Fig. 6. Vergr. $^{30}/_1$. Der der Innenwand des Gehäuses anliegende Theil des häutigen Gehörorganes nach Herausnahme der Otolithenmasse, von der Schädelhöhlenseite gesehen. *a.* Bogengangcommissur. *b.* Anfangstheil der Schnecke. *c. ductus perilymphaticus*. *d.* Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. *e.* Nerv der hinteren Ampulle. *f.* Schnecke. *g. macula sacculi*. *h. utriculus*. *i. aquaeductus vestibuli s. ductus endolymphaticus*.

Fig. 8.





Fig

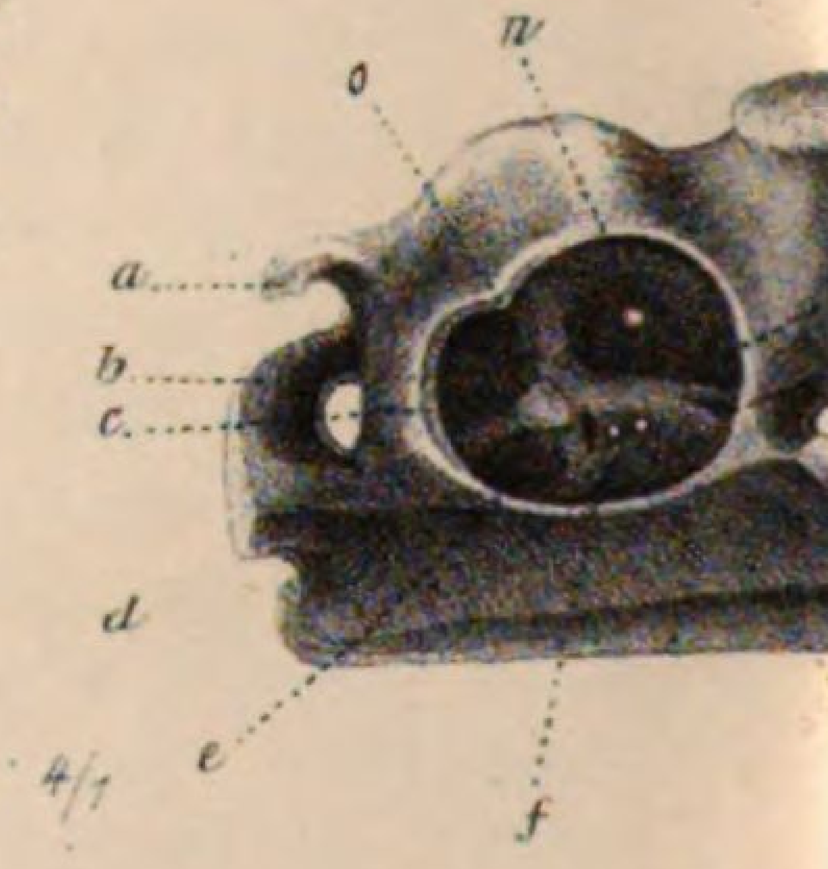


Fig. 9.

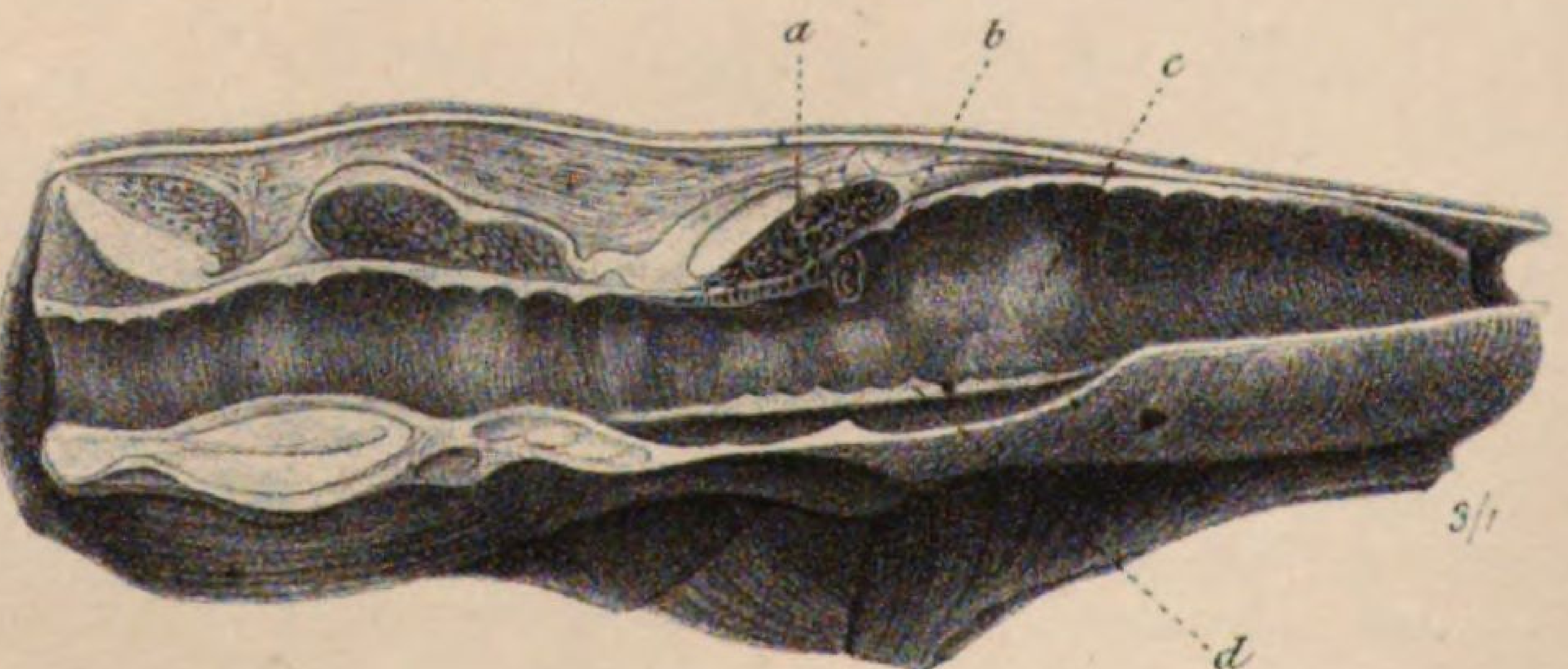
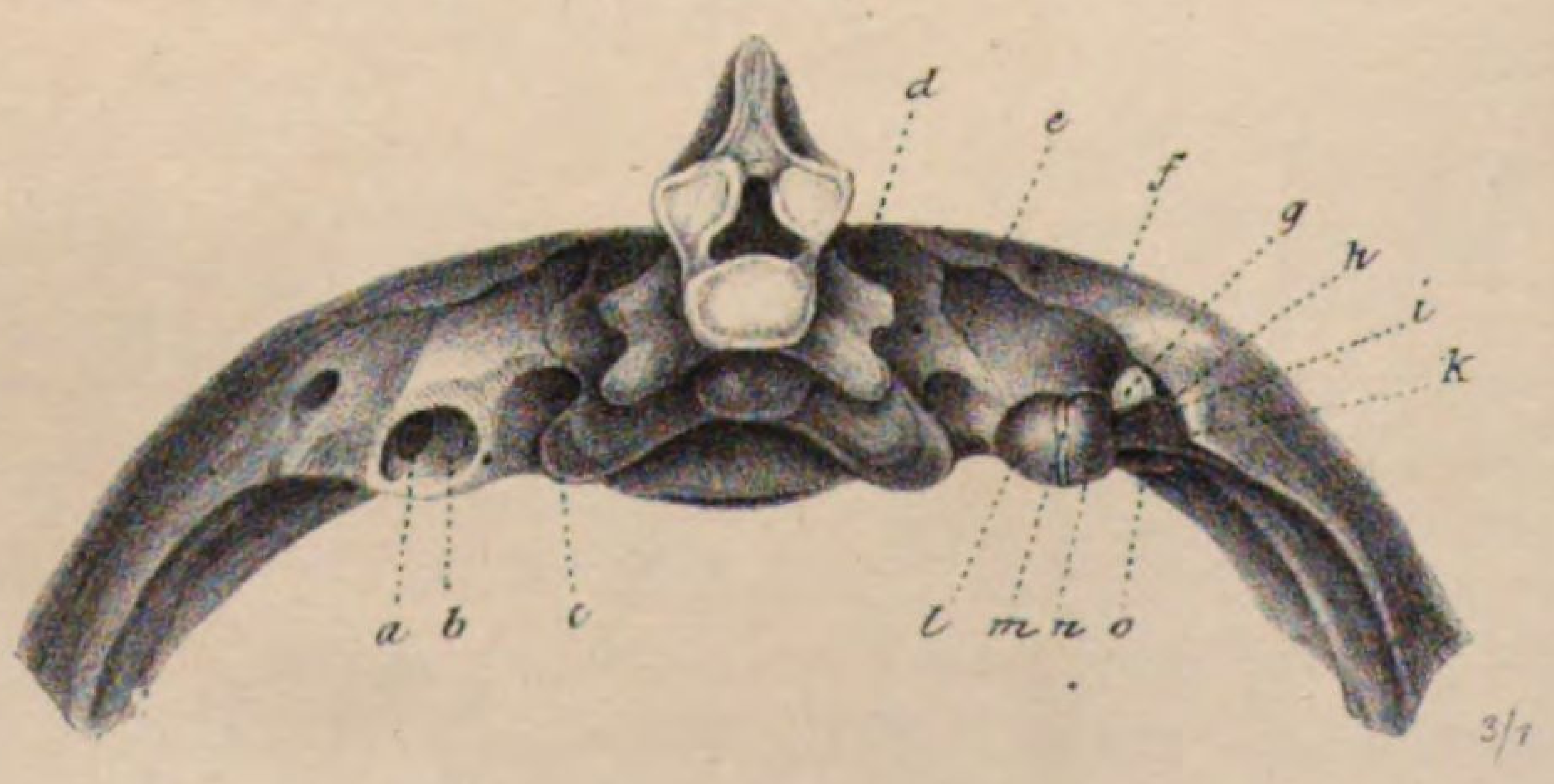




Fig. 2.



Rabus del.

Fig. 3.

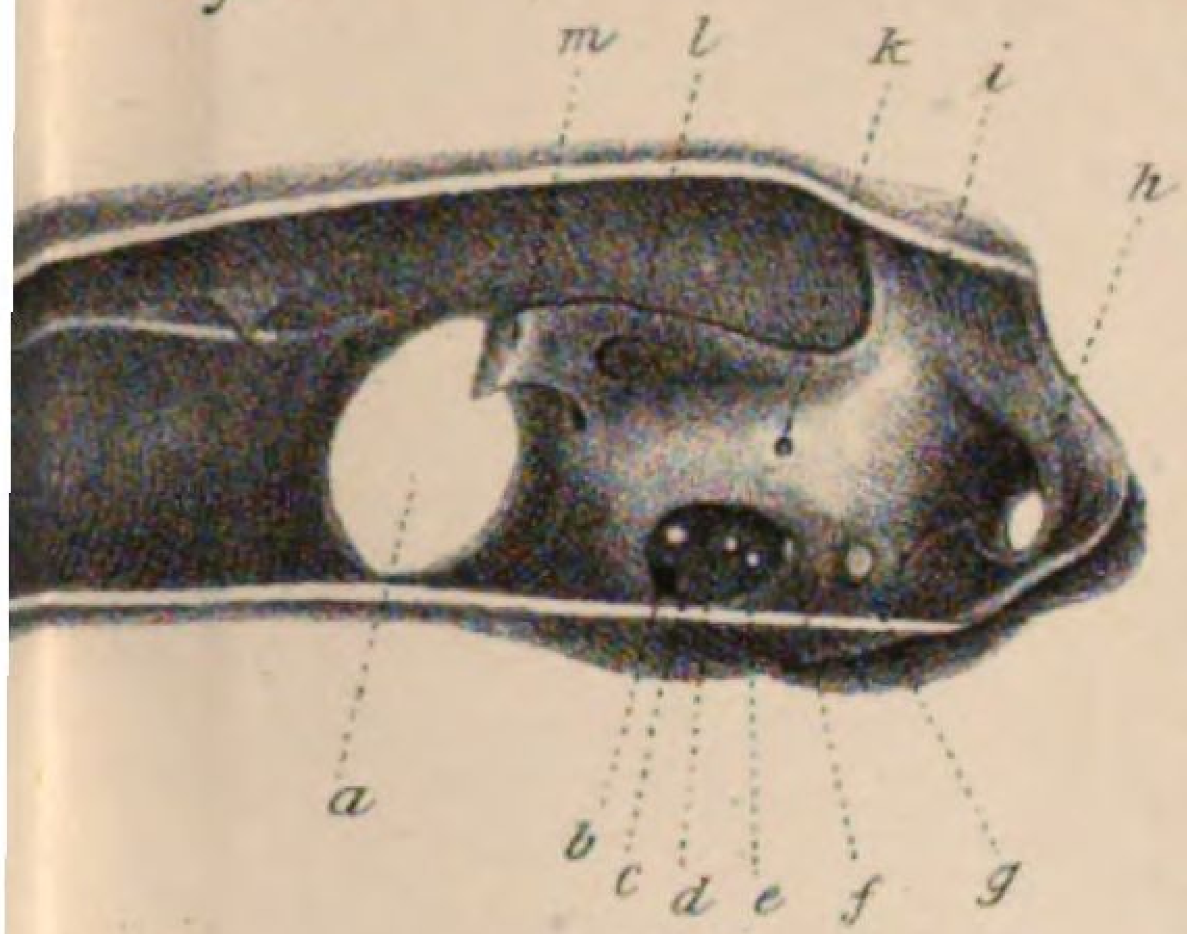


Fig. 7.

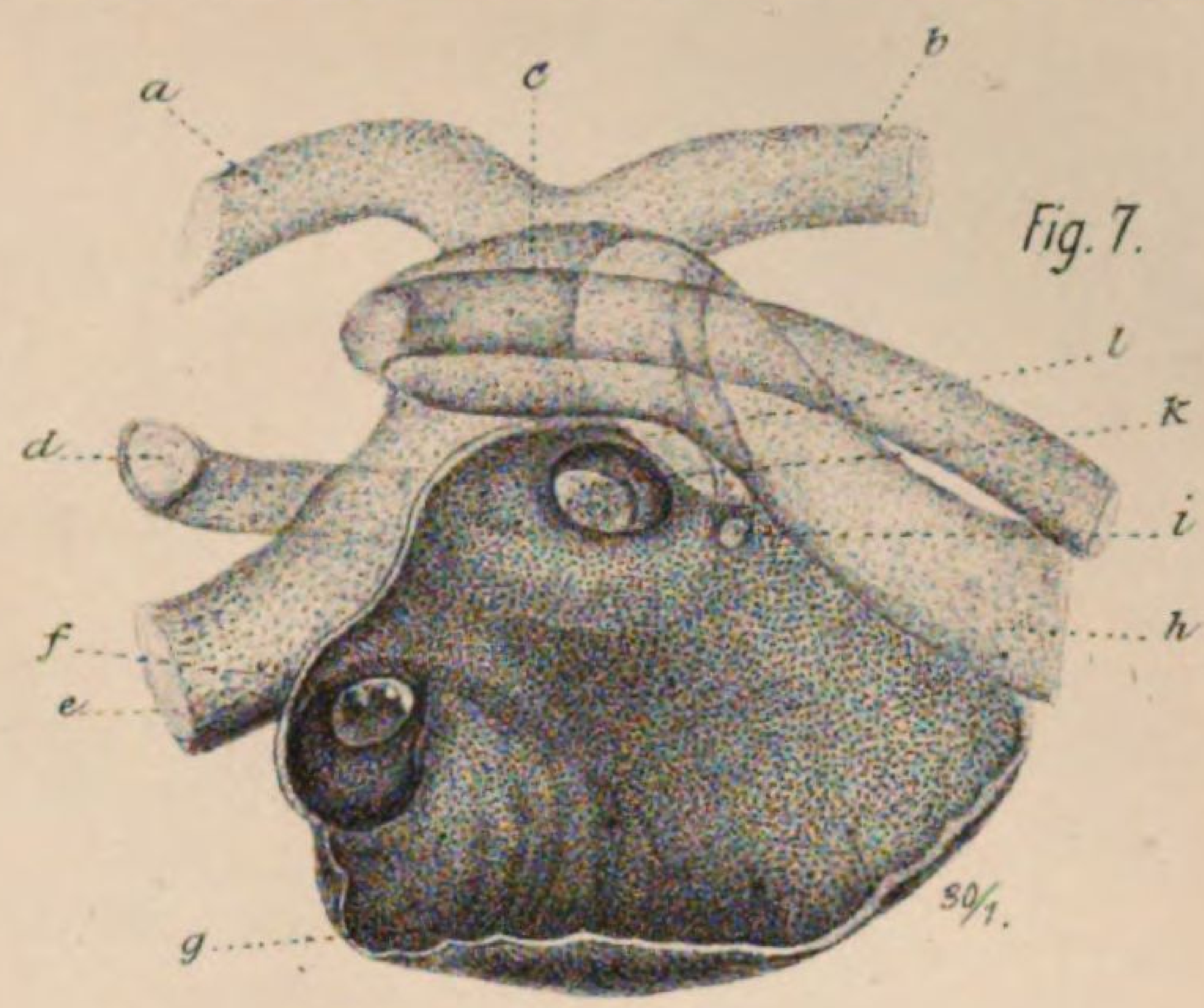


Fig. 4.

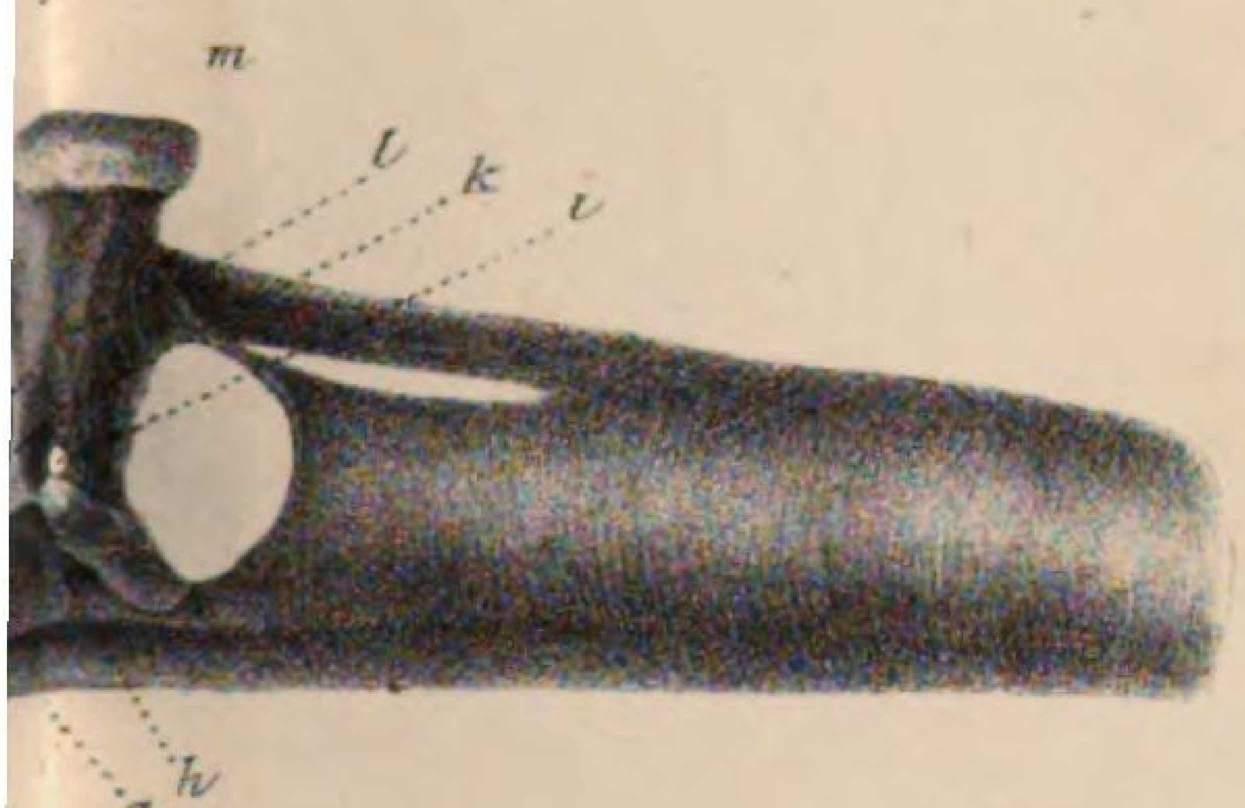


Fig. 6.

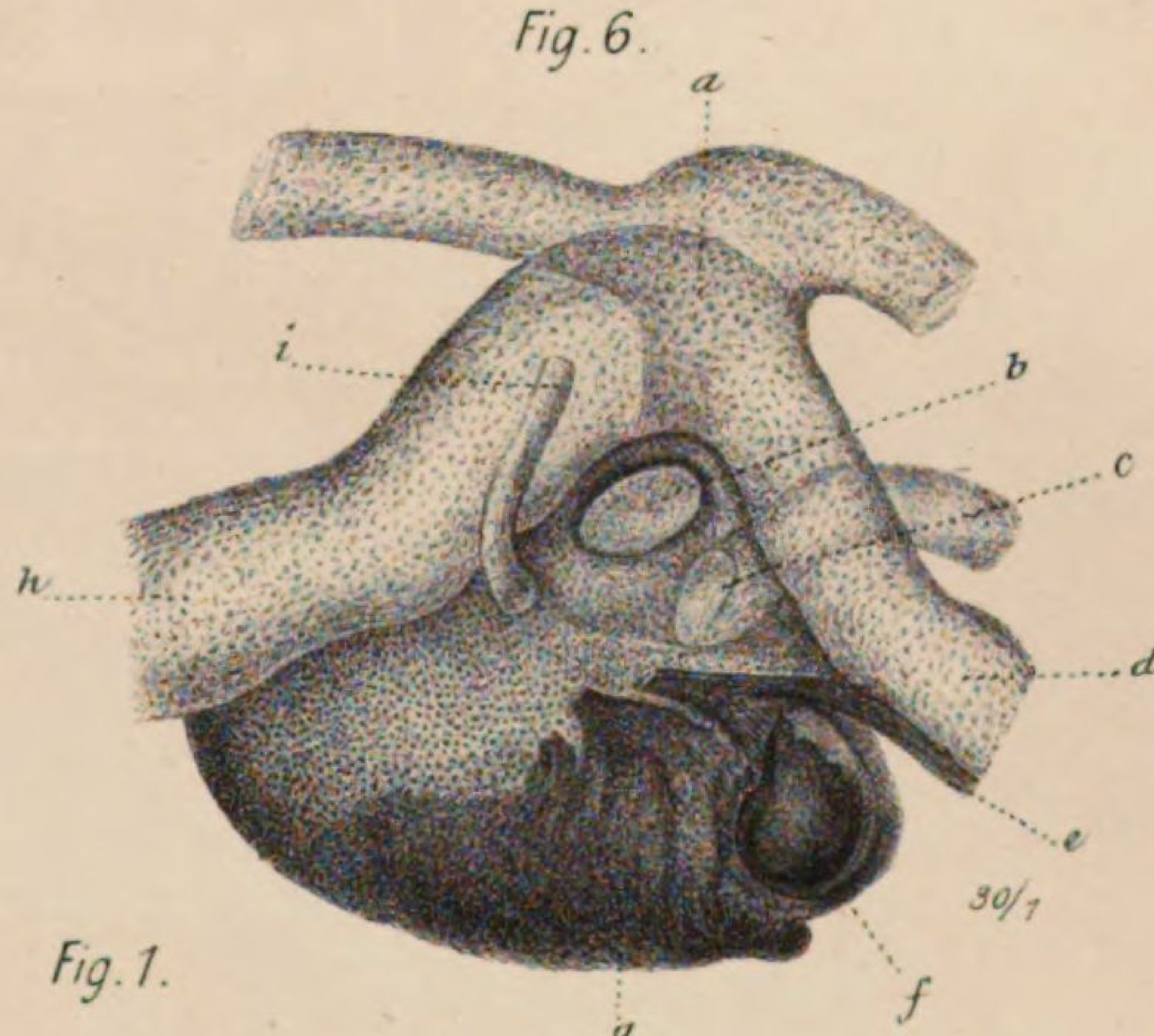


Fig. 5

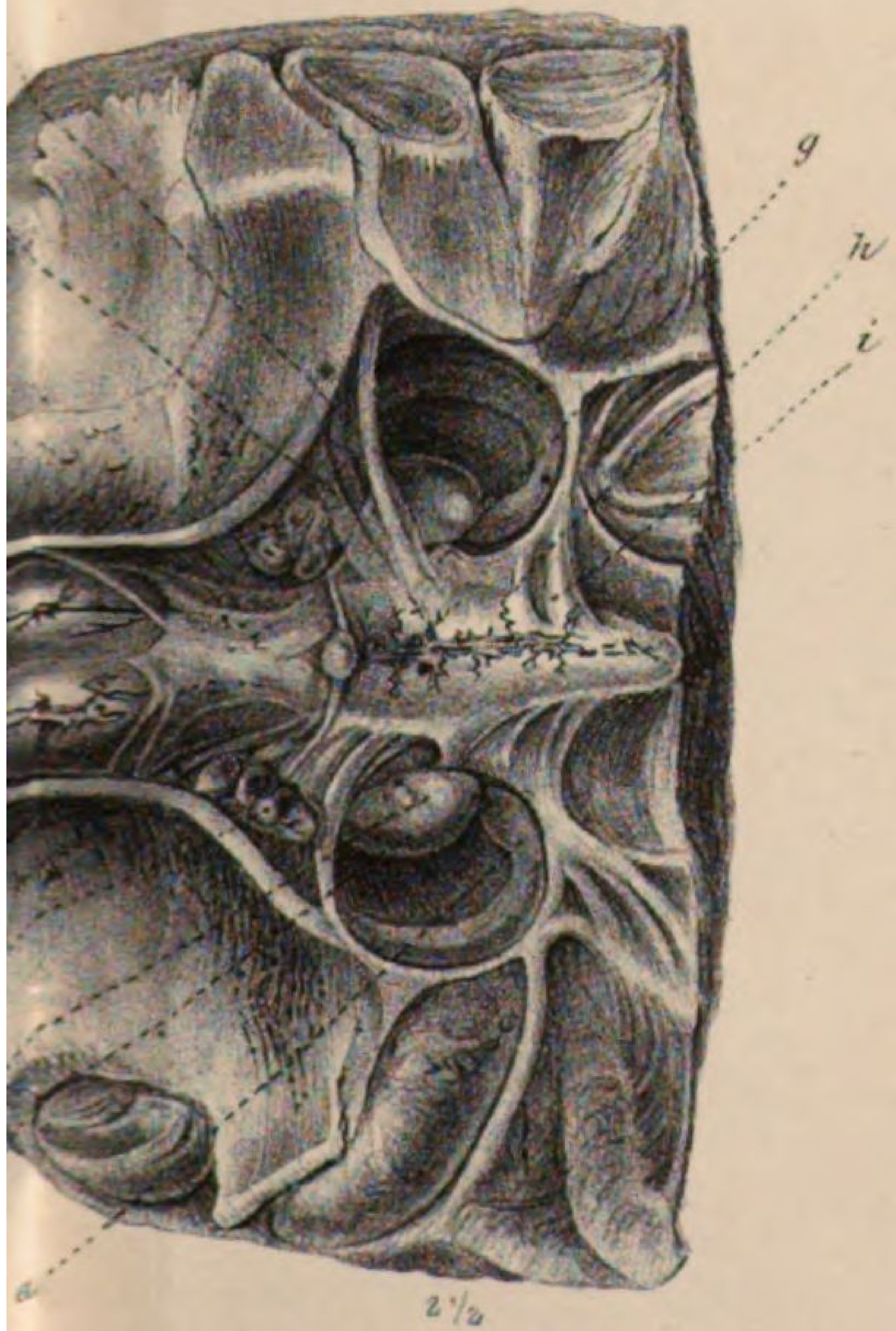
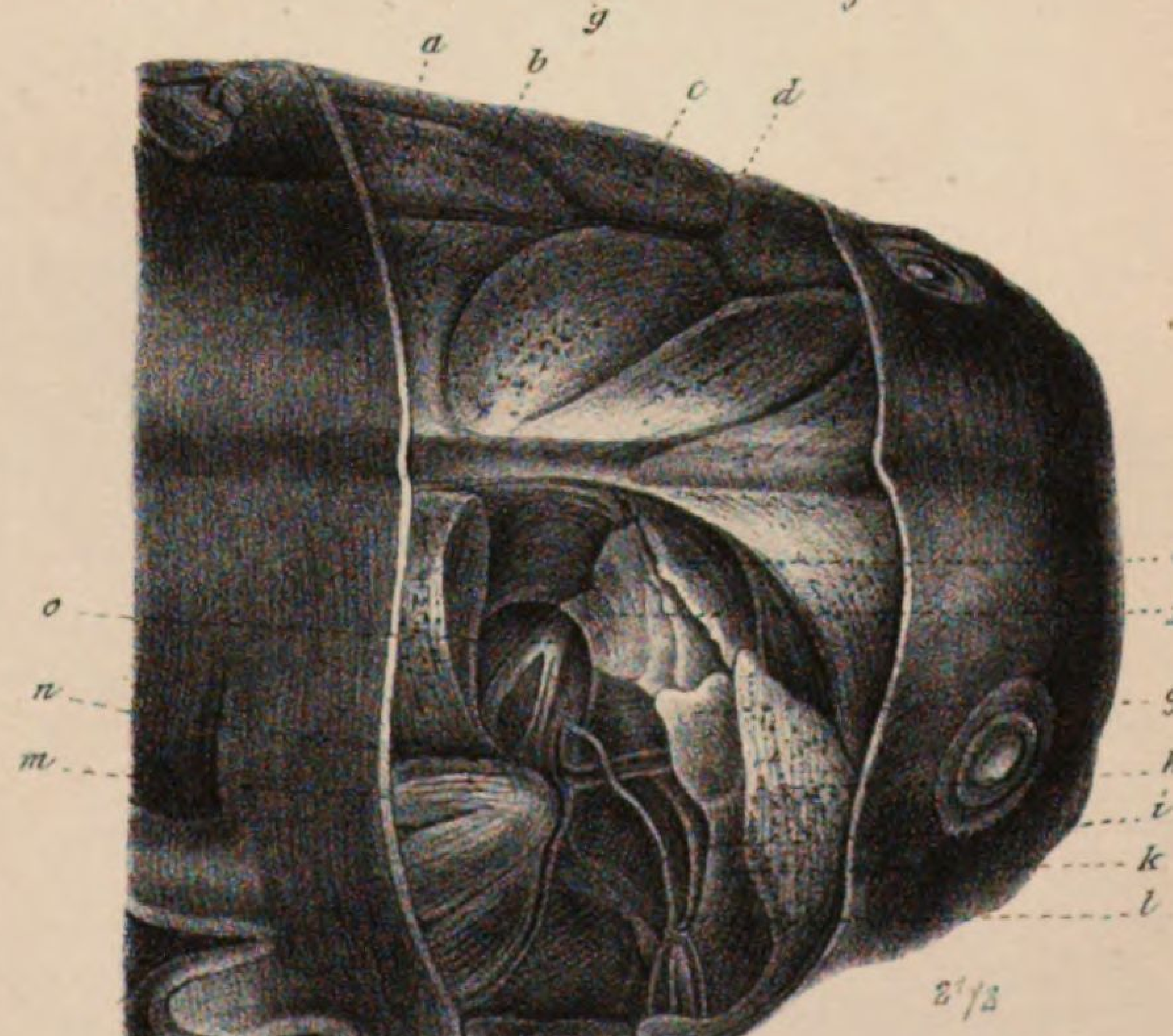


Fig. 1.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 7. Vergr. $^{30}/_{1}$. Dasselbe Präparat von aussen gesehen. *a*. Frontaler, hinterer Bogengang. *b*. Sagittaler, vorderer Bogengang. *c*. Ampullenförmig erweitertes Ende des horizontalen Ganges. *d*. Oeffnung des *ductus perilymphaticus* im *cavum perilymphaticum*. *e*. Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. *f*. Eingang in die Schnecke. *g*. *macula sacculi*. *h*. *utriculus*. *i*. *apertura aquaeductus vestibuli*. *k*. Oeffnung des Anfangstheiles der Schnecke. *l*. Communication zwischen *sacculus* und *utriculus*.

Fig. 8. Vergr. $^{3}/_{1}$. Kopf von *Siredon pisciformis* mit geöffneter Schädelhöhle und präparirten Gehörorganen. *a*. *saccus endolymphaticus*. *b*. Sagittale Ampulle. *c*. Horizontale Ampulle. *d*. *sacculus*. *e*. Bogengangcommissur. *f*. Hintere Ampulle. *g*. Sagittaler Bogengang. *h*. Horizontaler Bogengang. *i*. Periostale Umhüllungsmembran. *k*. Hinterer, frontaler Bogengang. *l*. *ductus endolymphaticus*.

Fig. 9. Vergr. $^{3}/_{1}$. Median durchschnittener Schädel. *a* *saccus endolymphaticus*. *b*. Communicationen mit dem *cavum epicerebrale*. *c*. Durch die Gehirnhülle schimmernde, seitliche Masse des *saccus endolymphaticus*.

XVI.

Die Morphologie des Gehörorganes von *Coluber natrix*.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXX.

Das Gehörorgan der Schlangen hat zunächst dadurch mein Interesse erweckt, weil bei diesen Thieren, und sie stehen ja damit in der Classe der Reptilien einzig da, eine *membrana tympani* und eine Paukenhöhle und somit auch eine *tuba Eustachii* fehlt, so dass in dieser Beziehung eine Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen* zu Stande kommt, die uns dazu führt, von vorne herein den Schlangen den niedersten Platz in der Reihe der Reptilien anzuweisen. Dies erfährt nun bei näherer Untersuchung des knöchernen, sowohl wie des häutigen Labyrinthes keine Aenderung.

Waren, was die Anatomie des Gehörorganes des *Axolotl* betraf, die Angaben verhältnissmässig spärlich und theilweise ungenau, so ist dagegen die Literatur über dieses wichtige Sinnesorgan der Natter eine sehr viel reichere und schon bei den älteren Autoren finden sich Beobachtungen, deren Feinheit und Schärfe gültiges Zeugniss für das Talent der Bearbeiter ablegt. Namentlich zeichnet sich auch hier wieder COMPARETTI[1]) unter seinen Zeitgenossen aus, ferner SCARPA in seinem berühmten Werke: »Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu 1789«, auf dessen Angaben im Wesentlichen die von WINDISCHMANN[2]) beruhen. Besonders bemerkenswerth sind dann aber in neuester Zeit die Angaben von RATHKE[3]), die, wenn sie sich auch vorzugsweise auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte bewegen, dennoch ein helles Licht auf viele

1) Observationes anatomicae de aure interna comparata. 1789.

2) De penitiori auris in amphibiis structura. 1831.

3) Entwicklungsgeschichte der Natter. 1839.

Verhältnisse bei erwachsenen Thieren werfen. Ich werde an geeigneten Stellen auf diese früheren Beobachtungen zurückkommen.

Die auch bei diesen Thieren zwischen *vagus* und *trigeminus* (Fig. 5, 7, 8) an der Seitenfläche des Schädels befindliche Gehörkapsel erscheint wie bei allen Thieren bis zu den Säugern empor nach aussen und theilweise nach oben hin (Fig. 1 *cd*, Fig. 2 *b*) von dem Kiefersuspensorium und zwar dem *squamosum* und *quadratum* überlagert, welche bei diesen Thieren in Verbindung mit dem *pterygoides* eine Entwicklung erlangen, wie uns eine solche nicht wieder in der Wirbelthierreihe begegnet. Es ist bei ihnen, möchte ich sagen, die höchste Stufe der Ausbildung dieses Apparates erreicht. Sehen wir bei den Fröschen das auf einen kleinen stachelartig nach vorne abwärts ragenden Knochen reducirte *os squamosum*, mit dessen Unterseite hakenförmig nach hinten gebogen das *quadratum* verwachsen, auf der äusseren Kante des stark lateralwärts ragenden *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* angeheftet und dadurch von der Aussenfläche der Gehörkapsel abgedrängt, so finden wir dagegen bei der Natter diesen Knochen (Fig. 1 *a*), viel ähnlicher den Verhältnissen der *Perennibranchiaten*, resp. *Salamandrinen*, beträchtlich ausgewachsen und gleichzeitig gelenkig mit dem *quadratum* (Fig. 1 *d*, Fig. 2 *b*) verbunden. Allein damit nicht genug, wir sehen dasselbe auch eine andere Lage einnehmen (Fig. 1 u. 2). Wir finden, dass der *processus squamosus prootici* (Fig. 3), der auch bei diesen Thieren an der Grenze zwischen der oberen und äusseren Fläche der Labyrinthpyramide wenn auch nur eine kleine Hervorragung bildet, das *squamosum* trägt, allein da dieses sich zu einem breiten, platten Knochen entwickelt hat, so liegt es nicht blos an diesem Fortsatze, sondern auch, wie bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, auf der Oberfläche der Labyrinthpyramide und zwar in einer Weise, die bei einigen Schlangen ein Vorbild für die Verhältnisse bei den Vögeln bildet. Der Knochen dreht sich mit dem stark nach hinten gedrängten *os quadratum* (Fig. 1 *d*, Fig. 2 *b*) um die transverselle Axe, die durch die Befestigung des Knochens an dem vorne an der Gehörkapsel gelegenen *processus squamosus s. tegmen tympani* (Fig. 3) geht und zwar bei der Natter über die äussere Hälfte der Oberfläche der Gehörkapsel (Fig. 1) und stösst mit seinem vorderen Ende an die laterale Kante des *os parietale* (Fig. 1 *f*), ein Verhältniss, wie wir es ja zum ersten Male bei den *Perennibranchiaten* auftreten sahen und das wegen der allmäligen Reduction des *squamosum* bis zu den Fröschen bei diesen Thieren eine Unterbrechung erlitt. Ja bei *Python* sehen wir sogar, wie bei den Vögeln, die gesammte Oberfläche des Labyrinthes von Knochen überlagert, so dass nicht blos der vordere Rand, sondern auch der innere sich an das *parietale* anlegt und nicht blos mit diesem Knochen, sondern auch mit dem *occipitale superius*, dem Homologon des

oberen Theiles der *squama ossis occipitis* der höchsten Wirbelthiere sich verbindet. Es erstreckt sich horizontal nach hinten (Fig. 1) über die Labyrinthkapsel hinaus und zwar bis zur Seitenfläche der ersten Wirbel und trägt dann auf der Aussenfläche seines hinteren Endes das obere, verbreiterte, platte Ende des *quadratum* (Fig. 2 *b*), das wie bei den Fröschen als ein langer, griffelförmiger Knochen abwärts nach hinten und aussen ragt und an seiner Spitze in Verbindung mit dem *os pterygoides* und dem Unterkiefer (Fig. 2 *h*) tritt, welche Articulation begreiflicherweise weit hinter dem Schädel in den Bereich der Wirbel und zu gleicher Zeit wegen der ausserordentlichen Länge des Knochens tief unter das Niveau der Schädelbasis fällt. Das *os quadratum* von *Python*, nicht dagegen das der Natter, hat als Anklang an die hakenförmige Biegung desselben bei den Fröschen, die in vollster Ausbildung bei den Eidechsen und Schildkröten sich findet, einen kleinen Einschnitt hinten an der Verbindungsplatte mit dem *squamosum*, der nach unten hin durch einen kleinen stachelartigen Vorsprung begrenzt wird, dem wir auch schon an der *cartilago palatoquadrata* von *Siredon* begegneten, und der zur Anheftung der alsbald zu erwähnenden *columella* dient.

Die Lage und die Richtung der Knochen, namentlich des *quadratum*, die natürlich eine gewaltige Verlängerung des Unterkiefers nach hinten hin zur Folge hat, wie das im Uebrigen schon bei den höheren Amphibien deutlich, bringt es mit sich, dass das *pterygoides*, das ja die Verbindung namentlich auch der Oberkiefertheile mit dem *suspensorium* zu vermitteln bestimmt ist, ausserordentlich nach hinten in die Länge gezogen erscheint, auf der anderen Seite aber soweit aus dem Niveau der Unterfläche der Schädelbasis abwärts gedrängt wird, dass es nicht mehr zu einer Verbindung mit Theilen der Schädelbasis, namentlich mit dem *basisphenoidale* kommen kann. Trotzdem sehen wir noch Andeutungen der Fortsätze, die von dem *sphenoidale basilare* und dem *pterygoideum* ausgehen und die auch bei diesen Thieren darauf hinweisen, dass ihre Stammeltern wirklich die Verbindung besassen. Es sind zwei nahe der Mitte des *sphenobasilare* an der Unterseite befindliche, abwärts ragende Muskelhöcker und schwache, flügelförmige Verbreiterungen an der Innenseite der Stellen, wo das einfache *pterygoides* sich in das *pterygoideum externum* und *internum* theilt, ein Fortsatz, der bei den Eidechsen nur mehr schwach angedeutet ist, während die Höcker des *sphenobasilare* als *processus pterygoides* bei diesen Thieren in voller Entwicklung vorhanden sind und die Verbindung mit den Flügelbeinen vermitteln. Diese Verbindung unterscheidet sich aber dadurch von der bei den *Perennibranchiaten*, *Salamandrinen* und *Batrachiern*, dass sie viel weiter nach vorne gelagert ist und das hängt von der Entwicklung des *occipitale basilare* einerseits, andererseits aber und vor allem von der Ausbildung des *basi-*

sphenoidale ab. Bei den Amphibien befindet sie sich unmittelbar vorne an der Spitze der Labyrinthpyramide, bei den Schlangen dagegen, wenn sie auch unterbrochen ist und bei den Eidechsen, wo sie vollständig, weit von derselben nach vorne. Dadurch nun, dass bei den Schlangen das *quadratum* weit nach hinten rückt, wird der Raum zwischen diesem Knochen und der Verbindung des *pterygoides* mit der Schädelbasis oder besser den Andeutungen derselben ausserordentlich gross und wir erkannten ja in der vorigen Abhandlung dieses *cavum* als ausserordentlich wichtig für die Bildung der Paukenhöhle und der *tuba*, welche beide ja nichts weiter als Ausstülpungen der Rachenschleimhaut sind, die sich in dem Augenblicke geltend machen, wo, wie bei den Fröschen, dieser Raum so gross wurde, dass derselbe nicht mehr, wie es noch bei den *Perennibranchiaten* der Fall, durch Nerven, Gefässe und das dieselben umhüllende Bindegewebe ausgefüllt werden konnte. Trotz der weiteren Entwicklung dieses so ausserordentlich wichtigen *cavum* bei den Schlangen, das relativ weit grösser als bei den Eidechsen ist, sehen wir dennoch keine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, keine *tuba* und kein *cavum tympani* auftreten. Gleichwohl sind, wenn man den nackten Schädel betrachtet, noch günstigere Bedingungen für die Bildung dieser Theile vorhanden, denn die Länge und Richtung des Knochens nach aussen bringt es ausserdem mit sich, dass der Raum zwischen der Aussenfläche der Gehörkapsel und der Innenwand des Kiefersuspensorium und namentlich des *quadratum*, der bei den *Perennibranchiaten* geringfügig, bis zu den *Batrachiern* empor aus bereits früher angegebenen Gründen immer mehr sich vergrössert, wächst. Diese Entwicklung geht nun aber im Wesentlichen nicht nach aussen vor sich, sondern, wegen der Entwicklung des Kiefersuspensorium nach hinten, nach aussen und hinten, so dass sich der Raum viel mehr in der sagittalen als in der frontalen Ebene ausdehnt, in welch letzterer er bei den Amphibien und höheren Reptilien seinen grössten Durchmesser besitzt. Kommt nun bei diesen Thieren ein Theil der Labyrinthaussenfläche nach hinten vom *quadratum* zum Vorschein, so sehen wir dagegen (Fig. 2) bei den Schlangen die ganze Aussenfläche der Gehörkapsel, ja sogar die Seitenfläche der ersten hinten gelegenen Wirbel vor demselben gelagert und frei an der Seite des Schädels vorliegen. Dadurch muss der Schallzuleitungsapparat (Fig. 2 *ae*), die *columella*, abgesehen von der Länge, die natürlich mit der Zunahme des Raumes zwischen *suspensorium* und Labyrinthaussenfläche immer beträchtlicher werden muss, eine ganz andere Richtung bekommen. War bei den Amphibien die *columella*, das *hyomandibulare*, der Rest des oberen Theiles des zweiten Kiemenbogens, der natürlich hinter dem Kiefergerüst, einem Theile des ersten, liegen muss, mehr oder minder von vorne, aussen nach hinten, innen gerichtet, so finden wir dieselbe dage-

gen bei den Schlangen eine sehr schräge Lage von hinten aussen, nach vorne innen einnehmen (Fig. 2), so dass, während sie bei den Fröschen nahezu in der frontalen gelagert war, sie bei den Schlangen aus leicht begreiflichen Gründen nahezu in der sagittalen liegt, parallel der Richtung des *quadratum*, an dessen Hinter- und Innenseite dieselbe natürlich angeheftet und zwar an einem kleinen Vorsprunge, während sie andererseits im Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen erscheint.

Es fragt sich nun, wie geht es zu, dass in dem grossen Raume, der zwischen *squamosoquadratum*, der Aussenseite der Gehörkapsel, dem hinteren Theile des *pterygoides* und dem vorhin erwähnten Fortsatze, dem *proc. pterygoideus* des *basisphenoidale* sich ausdehnt, der nach oben aussen gegen die Temporalhöhle, nach unten gegen den Schlund offen steht und in dem hinten oben die *columella* suspendirt ist, sich keine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, sei es in der ganzen Ausdehnung, sei es in einem Theile desselben, wie bei den *Batrachiern* geltend macht? Man sollte doch nach dem Vorhergehenden um so eher eine solche präsumiren, als der Raum durch das schnelle Wachsthum des *suspensorium* gegenüber den übrigen Theilen, in der embryonalen Periode zu Stande kommt. Dabei würde jedoch ausser Acht gelassen sein, dass Hand in Hand mit der Bildung dieses *cavum* durch das Wachsthum der Knochen in dem ausfüllenden, embryonalen Gewebe ungemein lebhafte Wachsthumsvorgänge und Umbildungsprocesse sich geltend machen und eben wohl das primär Bedingende der Grösse des Raumes sind. Es bilden sich Muskeln, die dann ohne Zweifel einen Einfluss auf das Zustandekommen einer gelenkigen Gliederung zwischen *squamosum* und *quadratum* üben. Es sind die Muskeln, die am hinteren Theile des Schädels, an der Labyrinthkapsel und dem *squamosum* entspringend vor dem *quadratum* zum Unterkiefer sich erstrecken (Fig. 1 *g h*) und die als Kaumuskeln anzusehen sind. Diese gewinnen entsprechend der Ausdehnung der Räumlichkeit von vorne nach hinten eine bedeutende Mächtigkeit und zwar einerseits am Kiefergerüst und am Unterkiefer, andererseits an dem hinteren Theile des Schädels und gliedern sich in eine obere und untere Gruppe. Jene umfasst den *masseter* und *temporalis* (Fig. 1 *g h*), der mit seinen verschiedenen Köpfen vorne das *frontale, parietale, squamosum* und *quadratum* überlagert und von ihnen entspringt, um zum Unterkiefer zu ziehen, während diese (Fig. 2 *f*) als *pterygoideus externus, internus, praesphenopterygoideus (Owen), depressor tympani (Owen)*, oder *adductor ossis quadrati* gegliedert, am *pterygoideum externum* und *internum* und an der Schädelbasis, namentlich am *sphenobasilare* entspringend, zur Innenseite des Gelenktheiles des Unterkiefers unterhalb und vor der *columella* zieht und somit den Raum, der hinter dem Sphenoidalfortsatze des *pterygoideum* und dem *processus pterygoideus* des *basisphe-*

noidale und dem *quadratum* mit der *columella* bleibt, vollkommen ausfüllt. So bleibt für eine Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die glatt die zuletzt aufgeführte Muskelgruppe von unten her überzieht, gegen die *columella* und die Hinterseite des *quadratum* kein Raum und somit haben wir eine Erklärung für den Mangel einer Paukenhöhle und einer *tuba*. Allein es kann auch nicht zur Bildung eines Trommelfells kommen, weil das Kiefersuspensorium, namentlich die Ansatzstelle der *columella*, durch Muskeln überlagert und von dem Integumente abgeschieden ist und zwar ist es, wie bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, vor allem der *depressor maxillae*, der *digastricus*, der von aussen hinten her das *quadratum* bedeckt, wobei ich dann gleichzeitig bemerken will, dass der hintere Theil des *squamosum* (Fig. 1) von der Rückenmuskulatur überlagert ist. So haben wir von den niederen Classen der Amphibien mit Umgehung der *Batrachier* eine Weiterbildung bis zu den Schlangen, die zeigt, dass die Verwandtschaft zwischen diesen inniger, als zwischen den Ophidiern und den Fröschen.

Bevor ich mich nun dazu wende, den Schallzuleitungsapparat näher zu beschreiben, möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass ein Causalnexus zwischen dem Fehlen einer Paukenhöhle und *tuba* und einer *membrana tympani*, wie ihn Scarpa aufstellt, nicht vorhanden ist. Dagegen spricht einmal die verschiedene Bildungsweise, allein zweitens auch von vorne herein die Beobachtung von Scarpa selber, die Windischmann etwas weiter ausgeführt, dass eine Paukenhöhle und eine Ohrtrompete vorhanden sein können, ohne dass ein Trommelfell vorhanden zu sein braucht, wie es bei den *Chamaeleonten*, und, das ist vor allem interessant, bei *Anguis fragilis*, die ja, wie wir wissen, ein Mittelglied zwischen den Eidechsen und Schlangen bildet, der Fall.

Die *columella*, deren Anheftungsstelle ich bereits beschrieben, ist sowohl von Comparetti und Scarpa, als von Windischmann eingehender in ihren Bestandtheilen studirt worden und ich kann den genauen Angaben, namentlich des ersten Forschers, nur wenig mehr hinzufügen. Nur was die vergleichend anatomische Seite betrifft, so möchte es wohl zulässig sein, sich darüber, wenn auch nichts weniger als erschöpfend, so doch etwas eingehender, als es bisher geschehen, zu verbreiten. Die *columella* besteht nach sämmtlichen Forschern aus zwei Abtheilungen, einer knöchernen, inneren, längeren (Fig. 2 *a*) und einer kürzeren, knorpeligen, äusseren (Fig. 2 *e*), welche letztere durch sehr lockere Bandmassen mit dem Höcker an der Hinterseite des *quadratum* verbunden ist, die ziemlich ausgiebige Verschiebungen des *suspensorium* an der *columella* gestattet. Der knorpelige, äussere Theil, der nur ein Drittel des gesammten Gehörstäbchens einnimmt, ist ein zarter Cylinder, der bei den Bewegungen des Quadratbeines sehr leicht gebogen wird, ohne dass in

gleicher Weise die knöcherne Abtheilung der *columella*, die im Gegentheil dadurch in der Richtung ihres Verlaufes nach vorne innen, respective nach aussen hinten getrieben wird, daran Theil nimmt. Ich homologisire diese knorpelige Abtheilung mit der *pars externa columellae* der Amphibien, die knorpelig bei den *Batrachiern*, bei den *Perennibranchiaten* eine Bandmasse darstellt. Die knöcherne Abtheilung, die der *pars media s. ossea* der Amphibien und der *pars interna cartilaginea*, oder der *patina* bei *Siredon* entspricht, zeigt, trotzdem es, wie schon COMPARETTI bemerkt, zuweilen bei Versuchen die *columella* aus dem *foramen vestibulare* herauszuziehen den Anschein haben kann, als sei der innere Theil (Fig. 2 *a*) von dem mittleren getrennt, da ersterer leicht in dem Umfange des Fensters stecken bleibt, eine zusammenhängende Masse. Es ist ein langes, cylindrisches, feines Knochenstäbchen, das an seinem Ende ein schalenförmig ausgehöhltes Knochenstäbchen (Fig. 2 *a*) trägt, das nach vorne innen und oben gerichtet in dem Umfange des *foramen vestibulare* eingelassen ist. Auf die Einfügung dieser Platte, der *basis stapedis* der höheren Thiere, des kolbigen Endes der *columella* der Frösche und der *patina* des Axolotl, die in der Wirbelthierreihe zum ersten Male bei den Schlangen knöchern erscheint, komme ich alsbald zu sprechen. Zuvor möchte ich eines Umstandes gedenken, der mir ein gewisses Licht auf die Verhältnisse bei den *Batrachiern* zu werfen scheint. Unter und vor der Einfügung der *columella* in das *foramen ovale* kommt der Hauptast des *facialis* zum Vorschein (Fig. 2 *c*), nachdem derselbe den *ramus palatinus*, oder den *petrosus superficialis major* in den *canalis vidianus* hinein abgegeben hat und verläuft, nachdem er einen schon von VOGT [1]) erwähnten Ast gegen den Unterkiefer *(chorda tympani?)* gesandt, über der Mitte des knöchernen Stäbchens der *columella* nach hinten, um sich in der Muskulatur des *depressor maxillae* auszubreiten. Dieser Nerv ist von Gefässen begleitet, die der *carotis* entstammen.

Dieses bei den Schlangen constatirte Verhältniss war die Veranlassung das Verhalten der Nerven an der *columella* und der Paukenhöhle der *Batrachier* aufs Neue einer Untersuchung zu unterwerfen. Ich fand ja bei diesen Thieren hinter der Gehörkapsel (Taf. XVIII, Fig. 2) aus dem *vagus* einen Ast sich abzweigen, der sich hinter der *columella* mit Zweigen verband, die über die Mitte dieses Knochens weg verlaufend dem *trigeminus* angehörten. Dieser Zweig nun, der über die Hinterwand der *tuba* nach aussen gegen das Kiefersuspensorium verlief, hat ganz den gleichen Verlauf wie der Nerv, den ich bei *Siredon* als *glossopharyngeus* bezeichnete und der auf kurzer Strecke dem *vagus* anliegend am Gehirne einen von ihm gesonderten Ursprung besitzt und auch peripherisch

1) MÜLLER's Archiv. 1839.

von ihm getrennt weiter verläuft, ganz wie es bei den höheren Thieren der Fall, nur dass derselbe auch beim Verlassen der Schädelhöhle von dem *vagus* gesondert erscheint. Ich glaube mich nun nach meinen neuen Erfahrungen berechtigt, diesen Nerven auch bei den Fröschen als *glossopharyngeus* in Anspruch nehmen zu dürfen. Ausserdem habe ich aber, wie auch andere Forscher, namentlich STANNIUS [1]), beobachtet, dass einer der Zweige, die über die *columella* laufen, dem *nervus facialis* entstammt, wenn dieser auch nicht den Hauptzweig desselben repräsentirt und so haben wir denn, da derselbe sich mit dem Aste des *trigeminus* verbindet und dieser wieder mit dem *glossopharyngeus*, der Zweige des *lymphaticus* bekommt, hinter der *columella* und Paukenhöhle eine Jacobson'sche Anastomose, die auch den *Perennibranchiaten* nicht fehlt, nur dass mir die Verbindung des *facialis* mit dem *trigeminus* hier unklar geblieben und ich nur mit grosser Wahrscheinlichkeit den Ast des *trigeminus* über der *columella* gesehen. Ich halte mich übrigens überzeugt, dass sich auch bei den Schlangen ausser dem *facialis* ein Ast des *trigeminus* über der *columella* nach hinten zur Bildung der Jacobson'schen Anastomose mit dem *glossopharyngeus* begiebt, der dann auch bei den Fröschen und *Perennibranchiaten* als *petrosus superficialis minor cum ramo tympanico glossopharyngei* zu bezeichnen wäre und Verbindungen mit dem *facialis* eingeht.

Abgesehen nun von der Jacobson'schen Anastomose erscheint mir das Verhalten des *facialis* auch nach anderen Richtungen hin interessant. Was diesen Nerven bei den Fischen betrifft, so weiss ich leider dem Bekannten nichts Neues hinzuzufügen, da mir bis jetzt eigene Erfahrungen fehlen. Bei *Siredon*, bei dem zum ersten Male der Schallzuleitungsapparat in seiner einfachsten Form und in guter Ausbildung auftritt, ist derselbe ja, was z. B. bei den *Cyclostomen* kaum der Fall, vollkommen von dem *acusticus* getrennt, und zwar durch einen im *prooticum* vor dem *cavum inferius* des Gehäuses befindlichen, nach aussen ziehenden *canalis Fallopiae* und zieht dann, wahrscheinlich einen Ast an den *trigeminus* abgebend vor der *columella* nach aussen. Bei den *Batrachiern* ist dasselbe der Fall, allein er sendet bereits einen Ast über die *columella* weg nach hinten, der mit Trigeminusästen verläuft. Bei den Schlangen ist ebenfalls ein *canalis Fallopiae* (Fig. 5 *e*, Fig. 8 *i*, Fig. 9 *i*) vorhanden, allein es sind nicht länger untergeordnete Zweige, die der *facialis* über die *columella* wegschickt, sondern es ist der Hauptast, der sich vor allem in den *depressor maxillae* begiebt. Ganz dasselbe ist, wie auch LEYDIG [2]) nachgewiesen, bei den Eidechsen und bei den Schildkröten der Fall, bei

1) Anatomie der Wirbelthiere. 1854.

2) Die in Deutschland lebenden Arten der *Saurier*. 1872.

denen man sogar als erste Andeutung des horizontal nach hinten verlaufenden Theils des *canalis Fallopiae* oberhalb des *foramen vestibulare* eine Rinne nachweisen kann, in dem dann bei den Vögeln der *facialis* zu liegen kommt, während er bei den Eidechsen nach aussen davon über die *columella* verläuft und somit im unmittelbaren Anschlusse an die Labyrinthkapsel über die *fenestra ovalis* und somit auch über das darin eingelassene Gehörknöchelchen nach hinten zieht. Betrachten wir nun in der Thierreihe das Entstehen der einzelnen Abtheilungen des *canalis facialis* der Menschen, so sehen wir, dass das erste Stück desselben bis zum *hiatus* am frühesten und als wirklich geschlossener Canal zuerst bei *Siredon* auftritt, während er sich bei den Fischen als einfaches Loch an der Seitenfläche des Schädels darstellt, eine Oeffnung, die (Stannius) auch nicht einmal bei allen vorhanden. Der Theil dann vom *hiatus* bis zum hinteren Umfange des *foramen ovale* macht sich zuerst als Rinne bei den Eidechsen geltend und die letzte Abtheilung bis zum *foramen stylomastoideum* tritt zuerst bei den Vögeln unterscheidbar auf; vollkommen durch zusammenhängende Knochenmasse geschlossen existiren aber diese beiden Abtheilungen erst bei den Säugern. So sehen wir denn, wie der bei den Fischen und *Perennibranchiaten* vor der Gehörkapsel, resp. dem Schallzuleitungsapparate nach aussen sich ausbreitende *facialis* allmälig bei den höheren Thieren immer mehr seine Hauptmasse über die *columella* nach hinten schickt und immer näher der Aussenfläche des knöchernen Labyrinthes rückt, um dann hinter demselben peripherisch weiter zu ziehen.

Wenden wir uns nun nach dieser Betrachtung zur Schilderung des knöchernen Gehörapparates, so sehen wir denselben sich in der Form dem der Eidechsen nähern und mit Bezug auf die umgebenden Knochen ähnliche Lagerungsverhältnisse darbieten. Wir können hier wieder als Grundform die vierseitige Pyramide mit oberer, schräg nach aussen abfallender Fläche und unterer, abgestutzter Spitze mit einer äusseren, inneren, vorderen und hinteren Wand annehmen, eine Pyramide, die zwischen der *vagus* und *trigeminus*-Gruppe an der Seitenfläche des Schädels eingeschoben ist und deren Axe nahezu senkrecht nur in ihrem unteren Theile, wie bei den Eidechsen, unbedeutend nach innen und hinten abweicht. Während sich bei den Schildkröten das Schädeldach schon ein wenig über das Niveau der Basis der Labyrinthpyramide erhob, so ist das nur in einem unbedeutenden Grade bei den Schlangen der Fall, wenn auch mehr wie bei den *Batrachiern* und darin liegt ein weiterer Fortschritt, zu dem sich dann, mit Bezug auf die Gesammtlagerung des Gehäuses, der hinzugesellt, dass die Innenwand desselben nicht nahezu in der Flucht der Schädelinnenwand wie bei den Amphibien liegt, sondern wie es bei den Eidechsen und Schildkröten der Fall, namentlich mit dem oberen Theile ein wenig

in das Innere vorspringt. Zu gleicher Zeit sehen wir, wie, gerade wie bei den Eidechsen, das obere Ende im Schädelbinnenraume ausserordentlich dem der anderen Seite genähert ist.

Die Ohrkapsel wird wie bei den Fröschen und Eidechsen aus drei Knochen, dem *pro-*, *epi-* und *opistoticum*, zusammengesetzt. RATHKE gebührt das Verdienst, zuerst in eingehender Weise auf die Entwicklungsgeschichte der Gehörkapsel aufmerksam gemacht zu haben, indem er zeigte, dass in derselben drei Knochenkerne auftreten, die sich immer weiter ausbreiten. An der äusseren Kapselwandung treffen sie endlich da zusammen, wo sich das eirunde Fenster befindet, an der inneren Wand aber an der Oeffnung, durch welche der Gehörnerv tritt. Sie verschmelzen jedoch während des Fruchtlebens nicht miteinander, sondern berühren sich nur, wohl aber verschmilzt der hintere Knochenkern mit dem Seitentheile des Hinterhauptbeines und der obere mit der Schuppe desselben Knochens (Fig. 1 *c* u. *b*). Die Spitze der Labyrinthpyramide lagert sich nicht, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, auf der Verbindung des *sphenobasilare* mit dem *occipitale basilare*, auch nicht, wie bei den Fröschen, auf demjenigen Theile des Primordialkranium, der von dem Belegknochen, dem *parasphenoidale*, der in den höheren Thierclassen verschwindet, eingenommen wird, sondern, und das ist mit Bezug auf die Stufe, auf welche die Schlangen in der Thierwelt gestellt werden müssen, interessant, auf den vordersten Theil des *occipitale basilare* (Fig. 8 *gf*), welcher Knochen ja bei den Teleostiern neben *pro-* und *opistoticum* zur Bildung der Spitze der Labyrinthkapsel beitrug. Die Spitze der Ohrkapsel bildet hier sogar an diesem Knochen auf der Unterseite des Schädels eine Hervortreibung, während sie sich bei den niederen Thieren niemals über das Niveau der Schädelbasis nach unten erstreckte. Eine solche Hervorragung ist auch bei den Eidechsen von CLASON nachgewiesen, wurde aber dort wegen der Stellung der Spitze an der Grenze des *sphenobasilare* und des *occipitale basilare* als *processus sphenobasilaris* bezeichnet. Betrachten wir nun vergleichend anatomisch etwas näher das Verhältniss der Spitze der Labyrinthpyramide zur *basis cranii*, so stellt sich dasselbe in der Wirbelthierreihe, abgesehen von den *Cyclostomen*, auf die KETEL in der betreffenden Abhandlung genugsam aufmerksam gemacht, folgendermassen dar. Sie wird bei den Teleostiern durch das *occipitale basilare* gebildet, ist also ein Theil dieses Knochens. Bei den *Plagiostomen* sehen wir sie dann von dem hinteren Theile des knorpeligen Primordialkranium gebildet, ähnlich, wie es bei den *Cyclostomen* der Fall. Bei den Amphibien, bei welchen die Labyrinthkapsel durch das Zusammenwachsen des *pro-* und *opistoticum* selbständig, ruht sie entweder dem Primordialkranium auf, an dessen hinterem Theile, jedoch nur in sehr geringer Ausdehnung sich das *occipitale*

basilare findet, oder einem Belegknochen desselben, dem *parasphenoidale*. Bei den Schlangen sehen wir darauf das *occipitale basilare* im Primordialschädel so weit nach vorne gewachsen, dass es mit seinem vorderen Ende die Spitze der selbständigen Gehörkapsel aufnimmt und bei den Eidechsen und weiter bei den Schildkröten, und ferner bei den höher stehenden Formen sehen wir dann, wie ich es früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlich auseinander gesetzt, wie die Spitze zuerst auf der Verbindung zwischen *occipitale basilare* und *basisphenoidale* ruht und dann ausschliesslich auf dem letzteren Knochen, oder sie wird, wie bei den höchsten Wirbelthieren, den Säugern und den Menschen von einem abgetrennten Stücke desselben, dem *os tympanicum*, oder dem *annulus tympanicus*, aufgenommen.

Wenden wir uns jetzt zu den einzelnen Flächen der Labyrinthpyramide, so sehen wir die obere wie bei den Eidechsen schräg von oben innen nach unten und aussen abfallen und wie bei den Amphibien nahezu vollkommen bis auf einen kleinen, medianen Theil (Fig. 1 *b*) von Muskeln und theilweise von dem *squamosum* (Fig. 1 *a*), wenig dagegen von den Knochen des Schädeldaches überlagert. Der mediane, freie Theil liegt bei der Natter unmittelbar unter dem Integumente und das *parietale* stösst nur an den vorderen Rand und bildet dort eine deutlich ausgeprägte Nahtverbindung (Fig. 4). Etwas anders stellt sich, wie schon erwähnt, das Verhalten bei *Python*. Nicht blos das *squamosum* und die darauf liegenden Muskeln, sondern auch das *parietale* schiebt sich von innen her über die Oberfläche und überlagert dieselbe. Sie zeigt nur vorne und aussen scharfe Begrenzungen, innen und hinten dagegen ist dieselbe wie bei den Eidechsen nur künstlich darstellbar, weil die constituirenden Knochen innen mit dem *occipitale superius* (Fig. 1 *b*), hinten mit dem *occipitale laterale* verschmolzen sind (Fig. 1 *c*). Immerhin ist es sehr leicht, die Trennung zwischen diesen Knochen, die nur, wie Rathke nachgewiesen, zur embryonalen Periode geschieden sind, zu vollführen und zwar, weil wir bei diesen Thieren, wie bei den Eidechsen, in einem noch ausgeprägteren Grade wie bei den *Batrachiern*, Leisten darüber hin verlaufen sehen, die grösstentheils genau den Grenzen der Basis der Labyrinthpyramide entsprechen, so dass man sich nur an diese zu halten braucht, um mit Leichtigkeit die Isolation vorzunehmen. Diese Leisten, eine äussere (Fig. 3 *g*), hintere (Fig. 3 *f*) und vordere (Fig. 3 *h*), sind wie bei den Eidechsen der Ausdruck der Bogengänge, die ersten Andeutungen selbständiger, knöcherner Canäle, die anfangen sich über die Oberfläche zu erheben und ihr Verlauf bedingt die Form derselben, die sich mehr mit der eines Dreieckes mit abgestutzter, medianwärts gewandter Spitze vergleichen lässt (Fig. 4, Fig. 3 *i*).

Immerhin wollen wir aus vergleichend anatomischen Gründen die viereckige Form zur Grundlage unserer Betrachtung machen.

Wie es von vorne herein vorauszusehen, da die *Batrachier* die Leiste, welche der Ausdruck des hinteren, frontalen Bogenganges ist, am meisten vorspringend zeigen, so erhebt sich auch bei diesen Thieren die hintere am meisten, während die vordere am wenigsten ausgeprägt, jedoch am längsten (Fig. 3 *h*) von allen erscheint. Sie verläuft, vorne an die Naht zur Verbindung des *prooticum* mit dem *parietale* grenzend, in leicht Sförmiger Biegung von vorne unten aussen, nach innen oben und hinten und zeigt als Ausdruck des sagittalen Bogenganges am äusseren Ende eine leichte Anschwellung. Die hintere, kürzere (Fig. 3 *f*), die die vordere Grenze des seitlichen Hinterhauptbeines angiebt, zieht ebenfalls mit einer Anschwellung, die aber ein wenig höher steht, wie die der vorderen und wie bei den Eidechsen als eine starke Protuberanz dem Ausdruck der frontalen, hinteren Ampulle am Zusammenstosse mit der äusseren *crista* sich geltend macht, hinten und aussen beginnend, ebenfalls in einer leichten, nach vorne aussen convexen Krümmung nach innen vorne und oben, um mit der vorderen zur Bildung der inneren Kante im abgerundeten Winkel (Fig. 3 *i*) zusammenzustossen. Diese, die ja zugleich das obere Ende der Innenfläche darstellt, erscheint natürlich wenig ausgedehnt, convex nach innen vorspringend und ist (Fig. 1, Fig. 4 *f*), wie wir etwas Aehnliches an dem Gehörorgane der Fische und der Eidechsen sehen, so nahe der Mittellinie des Schädeldaches gelagert, dass nur ein sehr schmaler Zwischenraum, der der Ausdehnung des *occipitale superius* entspricht, vorhanden und somit ausserordentlich der der anderen Seite genähert. Sie ist der Ausdruck des oberen Endes der Commissur (Fig. 4 *f*), die somit wie bei den Teleostiern der anderen nahe liegt. Die äussere Kante (Fig. 3 *g*), der Ausdruck des horizontalen Bogenganges, beginnt vorne, nach hinten von der Anschwellung der sagittalen ebenfalls mit einer Anschwellung, die die Lage der horizontalen Ampulle andeutet, ist jedoch nach aussen von einem kleinen, höckerartigen Vorsprunge (Fig. 3), dem rudimentären *processus squamosus s. tegmen tympani* bedeckt und daher etwas weniger deutlich sichtbar. Sie verläuft dann leicht Sförmig gebogen nach aussen ein wenig convex, nach hinten und etwas nach oben bis zur Portuberanz der hinteren Ampulle, oberhalb und nach vorne von welcher sie verschwindet. Sie ist dort gleichsam von dem unteren Theile der hinteren Leiste überlagert. Der dreieckige Raum zwischen diesen Leisten erscheint leicht ausgehöhlt, zeigt jedoch nicht wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen aus der Tiefe durchschimmernde Theile *(sacculus)*. Ueber die Basis verlaufen nun nach Art eines Y die Nähte (Fig. 1, 3, 4), die gerade so, wie bei den Eidechsen die Vereinigung der drei Knochen, des *pro-*, *epi-*und *opisto-*

ticum anzeigen. Die beiden queren Schenkel (Fig. 4 *gi*) ziehen schräg nach innen vorne und nach innen hinten über die Vereinigung des inneren mit dem mittleren Drittel der vorderen und hinteren Bogengangsleiste. Was medianwärts von ihnen liegt, gehört bis zur inneren Kante dem *epoticum* (Fig. 3 *e*) an. Der senkrechte Schenkel (Fig. 4 *h*) zieht über die Mitte der Aushöhlung, über die äussere Bogengangsleiste. Was hinter derselben befindlich, ist das mit dem seitlichen Hinterhauptbeine verwachsene *opistoticum* (Fig. 3 *d*), während sich dann vor demselben bis zur Naht mit dem *parietale* das *prooticum* (Fig. 3 *c*) ausdehnt.

Die äussere, dreiseitige Fläche steht schräg von oben aussen und vorne, nach unten innen und etwas nach hinten, wo dieselbe sanft gerundet in die hintere Fläche übergeht, während sie mit der vorderen in einer scharfen Kante zusammenstösst. Die schräge Richtung der Fläche ist beträchtlicher als bei den Eidechsen und Schildkröten, und hat zur Folge, dass das, wie bei den Eidechsen, lateralwärts vorspringende *occipitale laterale* den hinteren unteren Theil der Fläche zudeckt, so dass man bei der Betrachtung des macerirten Schädels nur die obere vordere Hälfte zu Gesicht bekommt. Die andere ist gleichsam in eine Vertiefung gesunken und dieser Raum nun, der durch das Vorspringen des seitlichen Hinterhauptbeines lateralwärts von dem hinteren Theile der Aussenfläche der Labyrinthpyramide zu Stande kommt (Fig. 5 *gf*), ist vergleichend anatomisch interessant. Es ist der zum ersten Male in der Wirbelthierreihe bei diesen Thieren auftretende *recessus scalae tympani*, der in einem so ausgeprägten Masse bei den Eidechsen, den Schildkröten, Crocodilen und einem Theile der Vögel vorhanden und dessen Modificationen und vergleichend anatomische Beziehungen ich in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlich auseinander gesetzt. In ihm liegt, abgesehen von allem anderen ein weiterer Fortschritt gegenüber den Amphibien, speciell den Fröschen, insofern bei diesen Thieren, wie wir wissen, das *occipitale laterale* niemals über die hintere, geschweige denn die äussere Fläche lateralwärts vorspringt. Da nun das *occipitale laterale* oben und unten mit dem *opistoticum* verschmolzen ist, so zeigt dieser Knochen in Verbindung mit dem anderen Bestandtheile der Aussenfläche nur eine Oeffnung, die wir als *apertura externa recessus* bezeichnen können und in dieser sieht man namentlich sehr schön bei grossen Exemplaren das Ende des Stäbchens der *columella* sich in die Tiefe des *recessus* begeben, um sich dann mit seiner Basis in das *foramen vestibulare* einzusenken. Diese Oeffnung, welche wie bei allen niederen Wirbelthieren den grössten Theil der Aussenfläche der Pyramide einnimmt und rundlich gestaltet nach hinten aussen und ein wenig nach abwärts sieht, ähnlich wie es bei den Schildkröten (Taf. XI, Fig. 3) der Fall, ist in seinem hinteren, unteren Theile vollständig vom seitlichen

Hinterhauptbeine zugedeckt und kommt also vorne in der Tiefe der *apertura recessus* zum Vorschein und in diesem Verhalten, in Verbindung damit, dass die äussere Oeffnung des *recessus* enger wie das *foramen vestibulare*, liegt der Grund, dass man, wie schon COMPARETTI bemerkt, namentlich bei grossen Schlangen nicht im Stande ist die *columella* unverletzt herauszuziehen. Sie lässt sich aus dem *foramen ovale* entfernen, aber nicht aus der *apertura recessus* und namentlich hinten unten ist es am schwierigsten, weil ja gerade hier die engere Oeffnung des *recessus* sich vor die weitere des *foramen vestibulare* lagert. Dieses Verhalten des *occipitale laterale* zum ovalen Fenster ist bei den Schlangen von der Verlaufsweise der *columella* abhängig, die ja beinahe von hinten nach vorne gegen die Gehörkapsel zieht und somit sich in eine fast nach hinten sehende Oeffnung einfügen muss. Ist dieser Grund der massgebende, so muss das Verhältniss bei denjenigen verwandten Thieren, bei denen ebenfalls das seitliche Hinterhauptbein anfängt lateralwärts auszuwachsen, in demselben Augenblicke sich ändern, wo die *columella* eine andere Richtung bekommt und das sehen wir ja in der That schon bei den Eidechsen, bei denen die *columella* im Wesentlichen von aussen nach innen verläuft. Bei ihnen finden wir dann das *foramen ovale* vorzugsweise nach aussen gekehrt und den *recessus scalae* mit seiner *apertura externa* in der Ebene der Oeffnung (Taf. XVI, Fig. 1 u. Fig. 5), hinter derselben. Der *recessus* der Schlangen ist daher nicht in höherer Vollendung vorhanden, im Gegentheil, er steht tief unter dem der Eidechsen und man kann sich das Verhältniss vielleicht noch besser so denken, dass wegen des schrägen Verlaufes der *columella*, bedingt durch das schnellere Wachsthum der Theile des ersten Kiemenbogens, des Kiefersuspensorium nach hinten, bei den Schlangen der hintere Theil des *foramen vestibulare* gleichsam hineingedrückt ist. Derselbe ist im Uebrigen, wie wir alsbald sehen werden, auch durchaus nicht geräumiger, als bei den übrigen Reptilien und zeigt auch nicht die complicirten Beziehungen, namentlich zu den Nerven, wie ich sie seiner Zeit von den Schildkröten und weiterhin von den Vögeln geschildert. Der obere Umfang des Vorhoffensters wird von der Leiste des horizontalen Ganges überlagert und hinten oben finden wir dann die schon geschilderte, starke Protuberanz der hinteren Ampulle, die wie bei den *Lacerten* ein grosses Hinderniss für die Isolation des häutigen Gehörorganes bildet. Die Aussenfläche wird begreiflicherweise wie sonst von dem *pro-* und *opistoticum* gebildet, deren Naht, wie RATHKE richtig hervorhebt, auf die Mitte des Umfanges des *foramen ovale* trifft und die Fläche nahezu halbirt.

Die innere (Fig. 7 u. Fig. 8), schräg von oben innen, nach unten und aussen gestellte Fläche erscheint nicht dreiseitig, sondern besitzt eher die Gestalt einer Raute, eines Doppeldreiecks mit oberer, unterer,

vorderer und hinterer Spitze. In der Mitte und im vorderen Theile der oberen Hälfte zeigt sich dieselbe stark gegen den Schädelbinnenraum vorgebuchtet, während sie in der unteren leicht ausgehöhlt erscheint. Diese verhältnissmässig beträchtlichen Hervorragungen entsprechen bestimmten Abtheilungen des häutigen Gehörorganes und zwar die mittlere (Fig. 7 *i*) dem oberen Ende der Bogengangcommissur, die vordere (Fig. 7 *l*) nach oben hinten und innen verlaufend, die an ihrem vorderen Ende oberhalb des *foramen trigemini*, am Uebergange in die vordere Fläche leicht angeschwollen erscheint, entspricht dem *utriculus* und dem *recessus utriculi*. Der hintere, flachere Wulst der oberen Hälfte (Fig. 7 *h*), oberhalb der Durchtrittsstelle der *vagus*-Gruppe, der kaum etwas besonderes zeigt und nur eine flache, mehr nach hinten innen sehende Erhabenheit darstellt, zeigt die Lage der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle mit dem darüber gelegenen Ende des horizontalen Ganges an, während die untere, leicht ausgehöhlte Hälfte (Fig. 8 *g*) die Lage der Schnecke mit den zugehörigen Theilen andeutet. Hat man bei kleinen Nattern die *columella* vollkommen aus dem *foramen vestibulare* entfernt und lässt man jetzt auf kurze Zeit gesättigte Carminammoniaklösung in das Innere der Gehörkapsel treten, so lassen sich (Fig. 8), nachdem man das Präparat gehörig ausgewaschen, die Lagerungsverhältnisse aller der soeben angeführten Theile mit grosser Leichtigkeit durch die knöcherne Innenwand hindurch betrachten und ich halte solche Präparate für unerlässlich, da es nur sehr selten und dann auch nur bei grösster Sorgfalt gelingt ein unversehrtes, häutiges Gehörorgan mit allen seinen Nebentheilen zu isoliren. Gewöhnlich ist ein oder der andere Theil, namentlich der Bogengänge, gerissen und aus der Lage gebracht, was bei der Kleinheit und Complicirtheit der Theile keinem mit dem Gegenstande Vertrauten überraschen wird. Man sieht dann namentlich sehr schön im Bereiche der unteren Hälfte der Innenwand (Fig. 8 *g*) die mit ihrer Spitze nach hinten gekrümmte, häutige Schnecke und in der Mitte einen dunklen, gegen das *foramen jugulare* verlaufenden, bandartigen, an der Schneckenbasis verlaufenden Streifen, den *ductus perilymphaticus*, oder den *aquaeductus cochleae* (Fig. 8 *e*) und in der Mitte der oberen Hälfte einen ähnlichen, senkrecht verlaufenden und unten hakenförmig nach aussen vorne gebogenen (Fig. 8 *b*), den *aquaeductus vestibuli*, worauf ich alsbald wieder zu sprechen komme. An der Innenwand zeigen sich vier Oeffnungen, eine obere und drei untere, von denen die letzteren drei in einer schwachen Vertiefung, dem Homologon eines *meatus auditorius internus* (Fig. 7) liegen, den wir ja bei *Siredon* ausserordentlich ausgeprägt fanden und der in dieser Weise erst bei den höchsten Wirbelthieren wieder erscheint. Die obere (Fig. 8), innen von einem kleinen Knochenvorsprunge bedeckte, schräg aufwärts nach vorne sehende Oeffnung

befindet sich an der Mitte der Vorderseite des Wulstes, der durch die Commissur hervorgerufen wird und ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die bei allen Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern in ähnlicher Weise sich findet. Die drei unteren, in der Vertiefung belegenen befinden sich unterhalb der mittleren Hervorragung der Commissur und unter dem hinteren Ende der vorderen, die als Ausdruck des *utriculus* anzusehen war, hinter- und oberhalb der Durchtrittsstelle des *trigeminus* (Fig. 7 *a*), die zwei oberen (Fig. 7 *k* u. Fig. 8 *dk*), von denen die hintere höher, die vordere etwas tiefer liegt, befinden sich in der tiefsten Partie des *meatus auditorius internus*. Jene führen (Fig. 7 *k*) schräg nach aussen und hinten, diese (Fig. 7 *m*) schräg abwärts nach aussen. Beide haben etwa gleiches Caliber und erscheinen oval. Die hintere Oeffnung dient wie bei den *Batrachiern* und den anderen Reptilien, zur Aufnahme des Nervenastes für Sack, Schnecke und hintere Ampulle (Fig. 10), während die vordere den Ast des *recessus utriculi* und der vorderen Ampullen aufnimmt. Unmittelbar unter dieser letzteren (Fig. 7 *b*, Fig. 8 *i*) findet sich hinter dem *foramen trigemini* eine rundliche Oeffnung (Fig. 9 *gi*), die nach aussen und hinten führt und die innere Oeffnung des *canalis facialis s. Fallopiae* darstellt. Nur in ihrer unteren Hälfte ist die Innenwand des Gehäuses von dem *alisphenoidale* einerseits, andererseits von dem *occipitale laterale* getrennt und zwar durch das *foramen trigemini* und *jugulare*, während der vordere und hintere Winkel mit denselben verschmelzen und erst aus ihnen herausgearbeitet werden müssen. Dadurch werden aber nach oben hin die *foramina* geschlossen. Auch der obere Rand der Innenfläche ist mit dem Knochen und zwar dem *occipitale superius* verschmolzen. Will man also die Uebergänge der Innenfläche in die obere, hintere und vordere isoliren, so muss man die drei Knochen, das *alisphenoidale* oberhalb des *foramen trigemini* (Fig. 7 *a*), das *occipitale laterale* oberhalb des *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*) und das *occipitale superius* am oberen Ende der Commissur lösen. Die Innenfläche wird, was die Hervorragung der Commissur betrifft (Fig. 7 *i*), vom *epoticum* gebildet, während dagegen die vordere *utriculus*-Erhebung sammt dem vorderen Theile der unteren Schneckenhälfte dem *prooticum*, der hintere Theil derselben mit der flachen, hinteren Erhabenheit, in der sich die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und das Ende des horizontalen Ganges befinden, dem *opistoticum* angehört.

Die vordere, dreieckige, hinten das *foramen trigemini* abschliessende, nur wenig ausgedehnte und vom *prooticum* gebildete Wand ist mit ihrem äusseren Rande in das *alisphenoidale* eingebettet, während sie oben an der Bogengangleiste an das *parietale* stösst. Der schmale Theil wird schräg nach aussen und hinten vom *canalis facialis* durchbohrt, der an der vorderen Schneckenwand verlaufend ausserordentlich kurz, zugleich die Hin-

terwand eines Canales durchsetzt, in den das *foramen trigemini* führt und der durch einen horizontalen Vorsprung des *sphenobasilare* gebildet wird.

Die hintere, von aussen nach innen vorzugsweise ausgedehnte, vom *opistoticum* gebildete Fläche bildet mit ihrer unteren Hälfte die vordere Begrenzung des *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*, Fig. 5 *f*) und zwar dadurch, dass sich das seitliche Hinterhauptsbein frei von hinten herüberwölbt. Die obere Hälfte bis zum Bereiche der kurzen, hinteren Bogengangleiste ist vollständig von dem *occipitale laterale* eingeschlossen. Dieses schiebt sich, wie schon erwähnt, hinter dem unteren Theile der Hinterwand nach aussen und bildet somit den *recessus scalae tympani*, dessen innere Oeffnung durch das *foramen jugulare* (Fig. 7 *c*), dessen äussere durch die bereits angeführte *apertura externa recessus* gebildet wird. Das *foramen jugulare* ist mehr eine elliptische Spalte. Oberhalb desselben finden wir eine haarfeine Oeffnung (Fig. 7 *g*), das *foramen glossopharyngei* und ausserdem zeigt sich an der vorderen vom *opistoticum* gebildeten Wand, in den *recessus* hineinführend, eine feine Oeffnung, das *foramen rotundum*, das somit diesen Thieren nicht fehlt und an derselben Stelle wie bei den Fröschen, den Eidechsen und den Schildkröten vorkommt. In dem *recessus scalae* liegt nichts weiter wie die hintere Jugularvene, das Homologon der *jugularis interna* der Menschen, der *glossopharyngeus* und der *saccus perilymphaticus*. Der *vagus* ist, ganz abgesehen von dem *hypoglossus*, wie bei den Eidechsen, vollständig von dem *recessus* getrennt und tritt hinter und etwas oberhalb des *foramen jugulare* (Fig. 7 *d*) durch eine schlitzartige Oeffnung im *occipitale laterale*, hinter dem *recessus* (Fig. 5 *h*) nach aussen, während der *hypoglossus* wie bei den Eidechsen und Schildkröten in zwei Zweige, einen oberen und unteren getheilt, durch zwei Oeffnungen (Fig. 7 *e f*) im seitlichen Hinterhauptsbeine hinter dem *foramen vagi* die Schädelhöhle verlässt.

Sehen wir nun so die Aussenfläche des Labyrinthes bis auf geringfügige Differenzen mit der Ohrkapsel der Eidechsen übereinstimmen, so ist dasselbe auch mit dem Binnenraume der Fall. Derselbe zerfällt, wie bei den Eidechsen und den Schildkröten, während bei den Amphibien nur mehr oder minder undeutliche Trennungen vorkommen, in sehr deutlich von einander abgegrenzte Räumlichkeiten. Es findet sich eine dem *cavum inferius* entsprechende, geräumige Höhle, die wie bei *Siredon* in eine obere, die *cavitas vestibuli* (Fig. 6 *b*) und eine untere, die *cavitas cochleae* (Fig. 6 *h*) getheilt wird, ausserdem in ein mit der *cavitas vestibuli* in Zusammenhang stehendes *cavum internum* (Fig. 5 *m*) und ein *cavum anterius* (Fig. 5 *a*) und ein *posterius* (Fig. 5 *k*). Der Schneckenraum enthält im Gegensatze zu *Siredon*, wo der ganze *sacculus* darin befindlich, die Schnecke mit den Nebentheilen, am vorderen unteren Theile des Sackes, der Vorhofsraum umfasst den *utriculus*, die Verbindungsröhre

der frontalen Ampulle, das Ende des horizontalen Bogenganges und den grössten Theil des Sackes, das *cavum internum* die Commissur der Bogengänge, das *anterius* die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi*, das *posterius* die frontale Ampulle und den anliegenden Theil des horizontalen Ganges.

Das grosse *cavum inferius*, welches kegelförmig gestaltet ist, die Basis nach oben, die Spitze nach unten und im Ganzen genommen eine Figur wie bei den Eidechsen besitzt, hat als Dach die Innenwand der Aushöhlung zwischen den drei Bogengangsleisten der oberen Fläche der Labyrinthkapsel, welche ja schräg von oben innen, nach unten aussen steht. Die Aussenwand bildet die Aussenfläche derselben, die wegen der starken Senkung des Daches wenig hoch erscheint. Die Innenwand liefert die Pyramideninnenwand, jedoch nur in ihrem mittleren Theile bis zur *apertura aquaeductus vestibuli.* Die Vorder- und die Hinterwand sind nur im Bereiche des Jugularloches und des *foramen trigemini* knöchern, im Uebrigen vorne und hinten durch den Eingang in das *cavum anterius* und *posterius* unterbrochen. Ebenso zeigt das Dach sowohl, wie die Aussenwand Lücken, ersteres oben innen den Eingang in das *cavum internum*, letzteres in der oberen Hälfte das *foramen vestibulare.*

Dieser Raum ist nun, wie bereits hervorgehoben, gerade wie bei *Siredon*, durch eine horizontale, stark nach aussen vorspringende Leiste (Fig. 5 *d*, Fig. 6 *c*), die *crista vestibuli*, in eine obere, weitere und in eine untere, engere, kegelförmige Räumlichkeit getheilt, von denen jene (Fig. 6 *b*) dem *cavum vestibuli* des *Axolotl* und der Eidechsen, diese der *cavitas cochleae* (Fig. 6 *h*) derselben Thiere homolog, die natürlich beide an der Leiste mit einander communiciren. Diese Leiste (Fig. 5 *d*, Fig. 6 *c*) findet sich an der Innenwand, in der Höhe des oberen Randes des *foramen jugulare* und des *foramen trigemini*, springt vorne am stärksten vor und geht, wie bei *Siredon*, in die untere Begrenzung des *cavum anterius* (Fig. 5 *a*) und nach hinten etwas abwärts ziehend und niedriger werdend, in die untere Begrenzung des *cavum posterius* über. Hier zeigt sie jedoch eine Unterbrechung (Fig. 5, Fig. 6 *d*) durch einen Einschnitt, der zur Aufnahme des Nerven für die alleinstehende Ampulle bestimmt ist. Diese *crista vestibuli* zeigt sich auch dadurch der bei *Siredon* gefundenen homolog, dass an der Innenwand das Verhältniss der Hauptöffnungen zu derselben das gleiche ist, insofern die Oeffnung, die für den Sack- und Schneckenast bestimmt ist (Fig. 5 *k*), unterhalb, die für den Utricularnerven oberhalb derselben liegt (Fig. 5 *b*). Beide Oeffnungen an der Innenwand hat schon Comparetti gesehen und abgebildet. Gegenüber dem *Axolotl* ist nur der Unterschied vorhanden, dass die obere Oeffnung weit mehr in dem *cavum anterius* gelagert ist. Unterhalb des unteren *foramen* findet sich in der *cavitas cochleae* (Fig. 5 *i*,

Fig. 6 *a*) ein etwas nach hinten abwärts verlaufender *sulcus*, der von der Vorderwand, in der Höhe der Mitte des *foramen trigemini* beginnend, wie bei den Eidechsen, an der Mitte der Hinterwand in einem *foramen* endet, das ich bei der Schilderung des *recessus scalae tympani* als *foramen rotundum s. cochleare* beschrieben. Unterhalb desselben, der als *sulcus canalis perilymphatici s. aquaeductus cochleae* bezeichnet werden mag, spitzt sich die kegelförmige, etwas hakenförmig nach innen und hinten gebogene *cavitas cochleae* schnell zu und zeigt weiter keine bemerkenswerthen Verhältnisse. Die oberhalb der Vorhofsleiste gelegene *cavitas vestibuli*, deren Communicationen ich bereits beschrieben, bietet nur insofern ein weiteres Interesse dar, als sich am oberen Ende ihrer Innenwand, die sich gegen das *cavum anterius* und *posterius* nur durch schwache Leisten abgrenzt (Fig. 5 *l* u. *o*), eine Oeffnung findet (Fig. 5 *n*), die senkrecht abwärts gegen die Oeffnung des *cavum anterius* gewandt und zur Aufnahme des *aquaeductus vestibuli* bestimmt ist. Zu ihr führt ein flacher *sulcus*, der den Namen des *sulcus aquaeductus vestibuli* führen mag. Comparetti hat dieses Loch ebenfalls gesehen, vermuthet aber, dass es zum Durchtritt eines Nerven diene.

Es könnte nun scheinen, als ob die Annahme der Homologie der Leiste, die das *cavum inferius* in eine obere und untere Abtheilung theilt, mit der bei *Siredon*, der unteren Abtheilung des Schneckenraumes des *Axolotl* mit der *cavitas cochleae* der Schlangen und der oberen, der Vorhofsräumlichkeit mit der *cavitas vestibuli* bei denselben Thieren eine künstliche, da wir finden, dass bei *Siredon* in der unteren Abtheilung vorzugsweise der Sack und nur als kleiner Anhang desselben die Schnecke gelagert ist, während wir dagegen bei den Schlangen denselben grösstentheils und bei den Eidechsen ausschliesslich von der Schnecke eingenommen sehen, allein diese Erscheinung spricht nicht gegen die Homologie. Sie ist eine nothwendige Consequenz der Grössenverhältnisse der beiden wichtigen Abtheilungen des häutigen Gehörorganes. Wir wissen, dass bei den Fischen sowohl, wie bei den Amphibien, die untere Hälfte desselben im Wesentlichen von dem Sacke gebildet wird, an den hinten als unbedeutender, kleiner Appendix, als eine Ausbuchtung der Sackwandung die Schnecke sitzt und selbst bei den Fröschen ist die *cochlea* trotz der Mannigfaltigkeit der dieselbe zusammensetzenden Theile nicht viel selbständiger und an Grösse weit hinter dem Sack zurückstehend, der demnach unten den grössten Theil des *cavum inferius* einnehmen muss. So kann es nicht überraschen, dass wir ihn bei *Siredon* als den wesentlichsten Bestandtheil der unteren Hälfte des Gehörorganes in der unteren Abtheilung, der *cavitas cochleae*, unterhalb der *crista vestibuli* gelagert finden. Bei den Schlangen dagegen ist die Schnecke weiter nach unten hinten hin aus der Sackwand hervorgewachsen, selbständiger, und

gleichzeitig mit dieser Grössenzunahme sehen wir den Sack relativ klein geworden und so ist es begreiflich, dass derselbe weniger weit abwärts ragt, sondern höher steht und wenn nun, wie das bei den Schlangen der Fall, die Leiste zwischen *cavum vestibuli* und *cochleae* dieselbe Lage hat, wie bei *Siredon*, so wird ein Theil des Sackes aus dem Schneckenraume herausgelagert im Vorhofsraume sich finden und dafür in der *cavitas cochleae* die Schnecke entsprechend entwickelt sein. Das ist ja in der That bei den Schlangen der Fall und findet in einem noch höheren Masse bei den Eidechsen statt, wo die Schnecke wie bei den Schlangen erscheint, ohne dass damit die *cavitas cochleae* grösser geworden ist und so ist denn der Sack vollständig aus dieser nach oben in den Vorhofsraum hineingedrängt und lagert sich, wie es auch bei *Anguis fragilis* der Fall, vor dem *utriculus*.

Das *cavum internum*, welches bei dem *Axolotl* nur in Andeutungen vorhanden war, dagegen schon bei den Fröschen, wie ich gezeigt, selbständiger sich darstellte, ist bei den Schlangen gut ausgebildet (Fig. 5 *m*), besser wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen, bei denen dasselbe wegen der gewaltigen Entwicklung des *sacculus* und dem entsprechend des *cavum vestibuli* nach oben hin reducirt erschien. Dasselbe zeigt sich als eine kurze, cylindrische Röhre, die oberhalb der *apertura aquaeductus vestibuli* mittelst einer oben innen am Dache des Vorhofsraumes befindlichen, nach aussen abwärts sehenden, rundlichen Oeffnung in dieses mündet. Die Röhre steht nicht vollkommen senkrecht, sondern liegt ein wenig schräg von oben innen vorne, nach unten aussen und hinten und zeigt an ihrem oberen Ende die durch eine vorspringende Leiste (Fig. 6) getrennten Oeffnungen der knöchernen, verticalen Bogengänge.

Das *cavum anterius* (Fig. 6 *f*, Fig. 5), welches, wie schon Comparetti bemerkt, grösser als das hintere erscheint und, wie wir wissen, zur Aufnahme des *recessus utriculi* und der beiden zusammenliegenden, vorderen Ampullen dient, während das *internum* die Commissur der Bogengänge aufnimmt, hat dieselbe Form, wie sie Clason von den Eidechsen beschrieben und zeigt in ihrem Inneren niedrige Leisten (Fig. 6 *e*), die die ersten Andeutungen zur Trennung in die einzelnen Hohlräume sind, die, wie wir es zum ersten Male bei den Vögeln sehen, jede für sich einen der im *cavum anterius* gelagerten Theile des häutigen Labyrinthes umschliesst. Die länglich ovale, etwas nach hinten und innen in die *cavitas vestibuli* sehende Oeffnung (Fig. 6 *g*) wird nach unten von dem vorderen Ende der *crista vestibuli*, nach oben durch eine abwärts ragende Leiste gebildet, die sich innen in eine schwache Hervorragung (Fig. 5 *a*) verliert und führt in den oberhalb des *foramen trigemini* befindlichen, pyramidalen Raum, der vor der *crista vestibuli* einen weiteren *recessus* (Fig. 6 *f*) zur Aufnahme des *recessus utriculi* zeigt und der sich theilweise am Bo-

den, theilweise an der Innenwand findet. Vor diesem nimmt man dann zwei weitere *recessus*, einen oberen inneren (Fig. 5 *a*) für die sagittale, einen äusseren für die horizontale Ampulle wahr und von diesen gehen bei ersterem nach oben, bei letzterem nach aussen der sagittale und der horizontale, knöcherne Bogengang aus, die in ihrer Verlaufsweise den früher geschilderten Bogengangsleisten entsprechen und in das *cavum internum*, respective in das *cavum posterius* münden. Der sagittale, knöcherne Bogengang umschliesst den häutigen vollständig, während dagegen der horizontale, wie bei den Eidechsen und Schildkröten, nur das vordere äussere Drittel des Bogenganges umhüllt. Vor der unteren Begrenzung der vestibularen Oeffnung des vorderen Raumes findet sich an der Innenwand, im hinteren Theile des *recessus utriculi osseus* (Fig. 5 *b*) die, wie bei den Eidechsen, nach vorne aussen führende Oeffnung zum Durchtritt des *ramus utricularis acustici*.

Das *cavum posterius* (Fig. 5 *k*) hat eine rundliche, weite, nach vorne innen sehende Oeffnung zur Verbindung mit der *cavitas vestibuli* und liegt, während das *anterius* an der Labyrinthpyramide vorne aussen lag, hinten aussen, oberhalb des *foramen jugulare* und *glossopharyngei*. Es besitzt an der unteren hinteren und äusseren Wand einen *recessus* für die frontale Ampulle und zeigt ausserdem an seiner äusseren Wand die Einmündung des horizontalen Ganges, an seiner oberen die Oeffnung des knöchernen, hinteren, frontalen Bogenganges, der entsprechend der hinteren Bogengangsleiste zum *cavum internum* verläuft und den ganzen häutigen Bogengang umschliesst. Das *cavum posterius* umschliesst ausser der alleinstehenden Ampulle nur den am weitesten nach hinten gekrümmten Theil des horizontalen Ganges, der sich im Uebrigen durch die vestibulare Oeffnung mit der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle in die *cavitas vestibuli* begiebt.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des häutigen Gehörorganes, so sehen wir zunächst auch hier wieder, dass dasselbe durchaus nicht den gesammten Binnenraum, namentlich das *cavum inferius* ausfüllt, sondern wie bei den übrigen Thieren mit vollkommen geschlossenem Gehäuse sehen wir dasselbe excentrisch gelagert, so dass im Bereiche des *cavum inferius* zwischen den an der Innenwand liegenden Theilen und der Aussenwand ein beträchtlicher Raum bleibt, der sich jedoch kaum in den äusseren Theil des *cavum internum* auf die concave Seite der Bogengänge und weiter in das *cavum anterius* und *posterius* fortsetzt, wenigstens ist er hier wie bei *Siredon* und den Eidechsen sehr geringfügig. Dieser Raum, der sich zwischen der vom Perioste bekleideten Binnenwand der Labyrinthpyramide und dem häutigen Gehörorgane ausdehnt, ist das *cavum perilymphaticum*, das also, wie bei den Amphibien, als Begrenzungsmembran das Periost besitzt und in den ja bei *Siredon* hinten, im Bereiche der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle

mit dem *utriculus* der *ductus perilymphaticus*, oder der *aquaeductus cochleae* tauchte, der ja als eine eigenthümliche Bildung des das *cavum perilymphaticum* im embryonalen Zustande erfüllenden Gallertgewebes anzusehen war, welches im Uebrigen verschwunden, sich nur im Bereiche der Bogengänge, Ampullen und des *utriculus* als Verbindungsstränge zwischen Periost und den häutigen Theilen des Gehörorganes geltend machte. So auch hier. Im perilymphatischen Raume, nach aussen vom Sacke und der Basis der Schnecke und nach innen von der vom Perioste überzogenen *columella* ist das bei den Fischen und den Schildkröten so ausgedehnte, netzförmige Bindegewebe verschwunden und der Raum somit ungetheilt und mit Flüssigkeit gefüllt. Nur an der Schneckenspitze und den an der Innenwand des Gehäuses und im *cavum anterius* und *posterius* und in den knöchernen Bogengängen gelagerten Theilen, in denen das Periost dieselben dicht umhüllt und somit das *cavum perilymphaticum* nur wenig bedeutend sein kann, finden sich als netzartig verwobene, bindegewebige Verbindungsstränge Reste, die wegen ihrer Stärke beim Abheben der periostalen Hülle hinderlich werden. Die Wegnahme gelingt dagegen nach aussen von dem *sacculus* leicht. Somit finden sich die gleichen Verhältnisse wie bei den Eidechsen. Es frägt sich nun aber, ob wir bei den Schlangen im *cavum perilymphaticum* eine solche offene Röhre münden sehen, wie wir sie bei *Siredon* hinten an der frontalen Ampulle als *ductus perilymphaticus* haben kennen gelernt, der sich durch das *foramen rotundum* in die Schädelhöhle begab. Danach suchen wir freilich vergebens und dennoch ist eine Bildung vorhanden, die denselben Zweck erfüllt, wie dort, das perilymphatische *cavum* mit ausserhalb der Gehörkapsel gelegenen Räumlichkeiten in Verbindung zu setzen und zwar geschieht es auf dieselbe Weise, wie bei den Schildkröten und namentlich den Eidechsen. Die periostale Hülle, die sich vom unteren Ende der Bogengangcommissur und der Aussenseite des hinteren Endes des *utriculus* und der Verbindungsröhre der alleinstehenden, hinteren Ampulle (Fig. 11 *g*, Fig. 4) weit sackartig nach aussen von dem *sacculus* über diesen bis zur Basis der kegelförmigen Spitze, der *lagena* der Schnecke ausspannt, überspannt zwischen dem unteren Ende des vorderen Randes des *sacculus* und dem oberen des vorderen Randes der *lagena*, an der Mitte der Vorderwand des Gehäuses, unterhalb der vestibularen Oeffnung des *cavum anterius* in der *cavitas cochleae* eine tiefe Incisur (Fig. 16 *n*) und diese führt in einen Raum, dessen Innenwand, an der sich die periostale Hülle fortsetzt, von dem an der Innenwand der *cavitas cochleae* verlaufenden und bereits ausführlich beschriebenen *sulcus canalis perilymphatici* (Fig. 5 *i*) gebildet wird, während die Aussenwand ein ähnlicher *sulcus* zusammensetzt (Fig. 12 *g*, Fig. 15 *e*), der sich an der Innenwand der Basis der Schnecke zwischen *sacculus* und *lagena* befind-

lich nach hinten an die *pars basilaris* (Fig. 12 *e*) begiebt. Durch diese beiden *sulci* wird eine cylindrische Röhre gebildet, die vorne an der Incisur zwischen *lagena* und Sack beginnt und in das *cavum perilymphaticum* sich öffnet und sich dann an der Innenwand der Basis der häutigen Schnecke nach hinten zum Ende des *sulcus* begiebt, der, wie wir wissen, durch das *foramen rotundum* in den *recessus scalae tympani* führt. Dieser Raum ist von einer zarten, zu einer Röhre geschlossenen Membran ausgekleidet, die aus dem embryonalen Gewebe zwischen Periost und Oberfläche des Gehörbläschens entstanden, dem *ductus perilymphaticus* der *Perennibranchiaten* gleich vorne in dem perilymphatischen Raume offen in den *liquor perilymphaticus* eintaucht und somit im Stande ist, gerade wie es bei den Eidechsen und Schildkröten der Fall, die Flüssigkeit durch das *foramen rotundum* aus der Gehörkapsel peripherisch zu leiten. Dieses *canalis perilymphaticus*, oder *aquaeductus cochleae* ist von keinem Untersucher des Gehörorganes der Schlangen Erwähnung gethan, trotzdem sowohl Rathke als Ibsen hübsche Abbildungen des häutigen Labyrinthes gegeben. Ob nun dieser Canal, nachdem er in den *recessus scalae tympani* hineingetreten, einen *saccus perilymphaticus* bildet, wie ein solcher bei den Eidechsen und Schildkröten dort beobachtet ist, ist nicht sicher, aber im höchsten Grade wahrscheinlich. Ich will mich nicht ganz positiv dafür aussprechen, trotzdem ich Andeutungen desselben gesehen. Durch die Membran, die eine resistente Bindegewebsmasse darstellt und leicht im Zusammenhange zu isoliren ist, dagegen an bestimmten Stellen, die vorhin erwähnt, ohne Verletzung der von ihr bedeckten Theile abhebbar erscheint, schimmert, von aussen gesehen (Fig. 9 *l*, Fig. 11 *g*), der Otolith des *sacculus* durch, den man auch ohne weitere Präparation dann sieht, wenn man die *basis columellae* aus dem *foramen vestibulare* herausgezogen hat. Er schimmert dann durch die die Oeffnung bedeckende, periostale Hülle.

Das häutige Gehörorgan, dessen Isolation im unversehrten Zustande wie bei den Eidechsen eine wahre Crux für den Anatomen ist, besteht bei der Natter aus denselben Theilen und, wie ich bereits andeutete, vielfach in derselben Form, wie bei den *Lacerten*, d. h. wir finden drei Ampullen, zwei vordere (Fig. 11 *ef*) und eine hintere (Fig. 11 *k*) mit dazu gehörigen Bogengängen (Fig. 11 *adi*), ferner die Bogengangcommissur (Fig. 11 *b*), den *recessus utriculi* (Fig. 12 *a*), den *utriculus* selber (Fig. 12 *b*), den hinten unten von dem *recessus utriculi* gelegenen *sacculus* (Fig. 14 *ab*) und die von diesem wieder nach hinten unten gelegene Schnecke (Fig. 14 *ef*). Die beiden vorderen Ampullen, die horizontale (Fig. 11 *f*) aussen hinten, die sagittale (Fig. 11 *e*) vorne innen, liegen, namentlich letztere, etwas tiefer als die hintere (Fig. 11 *k*) frontale. Die horizontale kehrt ihr Dach nach innen oben, die sagittale nach oben

vorne, die frontale nach aussen oben und hinten, den Boden natürlich in die entgegengesetzte Richtung. An diesem bemerkt man den *sulcus transversus*, der sich aber an der horizontalen (Fig. 13 *c*) an der oberen, äusseren Seitenwand höher emporzieht, als an den anderen und aus demselben erhebt sich dann in den verticalen Ampullen (Fig. 13 *a*), wie bei den Eidechsen und Vögeln, die *crista cruciata*, oder das *septum cruciatum*, während die horizontale, wie bei allen Thieren bis zu den Säugern empor, eine einfache, zungenförmige Gehörleiste zeigt, die an der oberen Seitenwand ein *planum semilunatum* besitzt, während die anderen an der Mitte beider Seitenwände durchschimmernd zwei zeigen (Fig. 16 *a*). Der Nervenast der verticalen Ampullen ist im *sulcus transversus* auch bei den Schlangen in zwei getheilt, während der für die horizontale bestimmte einfach ist. Für die vorderen Ampullen stammt er aus dem für den *recessus utriculi* bestimmten, vorderen Ast des *acusticus*, während die hintere Ampulle (Fig. 10 *e*) von den Sack- und Schneckennerven, dem hinteren versorgt wird. Am Dache sämmtlicher Ampullen sieht man in der Mittellinie einen weissen Streifen, den Dachstreifen, die *raphe*, durchschimmern, der sich auch hier auf die Mitte der concaven Fläche der Bogengänge fortsetzt.

Von diesen erscheint der hintere, frontale (Fig. 11 *a*) am kürzesten, der horizontale am längsten (Fig. 11 *i*). Alle drei liegen auch bei diesen Thieren nicht in den entsprechenden Ebenen. Der horizontale geht ein wenig nach oben und hinten und krümmt sich über die frontale Ampulle nach innen vorne, um mit einer ampullenförmigen Erweiterung (Fig. 11 *c*) etwas nach abwärts gewandt, rechtwinklig von aussen her in das untere Ende der Bogengangcommissur zu münden. Der Verlauf der verticalen Bogengänge entspricht genau dem Verlaufe, der schon früher ausführlich geschilderten Bogengangleisten. Die Commissur (Fig. 11 *b*), in die die Bogengänge übergehen, ist eine kurze, cylindrische, dünnhäutige Röhre, die nahezu senkrecht gestellt erscheint und nur wenig nach abwärts aussen und hinten geneigt ist und vereinigt sich unterhalb der Einmündung des horizontalen Ganges mit dem *utriculus* (Fig. 12 *a*) und der Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle (Fig. 12 *d*), die nach aufwärts vorne und innen verläuft und wie bei den Amphibien und Eidechsen mit dem *utriculus* unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel zusammenstösst, der in ähnlicher Weise als dünnhäutige, cylindrische Röhre nach oben innen und hinten aufsteigt, jedoch noch steiler steht, als erstere. Alle diese Theile werden von dem *sacculus* nicht in der Ausdehnung, wie bei *Anguis fragilis* und den Eidechsen nach aussen überlagert, und dieser besitzt somit eine viel geringere Ausdehnung. Nach unten innen und hinten von den vorderen, zusammenliegenden Ampullen (Fig. 12 *a*) zeigt der *utriculus* eine ampullare Erweiterung (Fig. 13 *b*),

die am Boden, an welchem sich der Nerv fächerartig ausbreitet, die *macula acustica* und die Otolithenmasse durchschimmern lässt. Die Form des *recessus* stimmt mit dem der Eidechsen überein. Bis auf den *recessus utriculi* hat schon SCARPA die sämmtlichen hier geschilderten Theile gekannt und beschrieben, auch RATHKE liefert als Ergänzung seiner Beschreibung embryonaler Verhältnisse in seiner Taf. VI, Fig. 27, 28 ziemlich getreue Bilder derselben und in beiden Figuren findet sich auch der *recessus utriculi* kenntlich gezeichnet.

Was nun aber die jetzt zu schildernden Theile betrifft, so finde ich über dieselben weder zutreffende Angaben, noch stellen die Abbildungen die Detailverhältnisse in mustergültiger Weise dar. SCARPA erwähnt nur kurz, dass das *vestibulum*, welches unter der Commissur gelagert ist, mit einer *massa cretacea* angefüllt erscheint, während dagegen RATHKE *sacculus* und Schnecke scheidet und im Allgemeinen die Contouren derselben richtig angiebt, aber auf die Detailausführung der Zeichnungen und auf die Schilderung der einzelnen Bestandtheile sich nicht weiter einlässt. Es mag das wohl daher kommen, wenigstens macht mir seine Zeichnung, wie die IBSEN's von *Python* den Eindruck, dass er die periostale Hülle des *cavum perilymphaticum* nicht aus ihrer Verbindung mit den einzelnen Theilen des Gehörorganes isolirt.

Der *sacculus* (Fig. 14), der nicht, wie bei *Anguis fragilis* und *Lacerta* als eine ausgedehnte, die übrigen Theile des Gehörorganes weit an Grösse überragende, kugelige, mit Otolithenmasse ausgefüllte Blase darstellt, sondern mehr die Proportionen zu denselben besitzt, wie der *sacculus* der Schildkröten, ist ein längliches, sanduhrförmiges Bläschen, dessen Axe schräg von oben hinten innen, nach unten aussen und vorne gerichtet ist und mit dem oberen Drittel vor dem Ende der Bogengangcommissur, unterhalb der Einmündung des horizontalen Bogenganges (Fig. 16) und dem Ende der Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus* und vor dem hinteren Ende dieses gelagert ist. Er geht jedoch mit allen diesen Theilen keine festen Verbindungen ein. Das mittlere Drittel der Innenwand ist dem unteren Theile der *cavitas vestibuli* angelagert und das untere befindet sich nach aussen von dem vorderen, oberen Theile der Schnecke in der *cavitas cochleae*. Der Sack wird nicht vollständig von der darin gelagerten Otolithenmasse (Fig. 14 *a*), die sich im Zusammenhange herauslösen lässt und somit von einer zarten Otolithensackmembran umgeben zu sein scheint, ausgefüllt, sondern (Fig. 14 *b*), namentlich am oberen und unteren Ende finden wir zwischen der Sackwand und der Kalkmasse mit Flüssigkeit angefüllte Hohlräume. Im Uebrigen zeigt die Otolithenmasse nahezu dieselbe Gestalt, wie der Sack. Die Aussenwand desselben ist ein unendlich zartes, homogenes Bindegewebshäutchen mit sparsam eingestreuten Kernen und

einem prächtigen, niedrigen, polygonalen, hellen Pflasterepithel und zerreisst auf die geringste Veranlassung hin. Sie ist somit ausserordentlich schwer unverletzt zu erhalten. Die Innenwand (Fig. 16 *e*), an deren unteren Theil die Nervenfasern, die dem hinteren Aste des *acusticus* entstammen, breit, fächerartig (Fig. 12 *b*) ausstrahlend sich verbreiten, ist derb, schalenförmig ausgehöhlt und unten mit der *macula acustica* versehen. Sie zeigt in ihrem Grunde zwei Oeffnungen, von denen die eine obere (Fig. 16 *c*), grössere, ovale die Communication mit dem *utriculus* darstellt und nach aussen sieht, während die andere nach unten und vorne gelegene, kleinere, rundliche, die zugleich abwärts gekehrt ist (Fig. 16 *d*), die *apertura aquaeductus vestibuli* darstellt, welche beide Oeffnungen wir ja auch bei den Eidechsen und bei *Siredon* finden. Die erstere befindet sich wie bei den Eidechsen, aber grösser, und damit ist wieder ein Anklang an die Amphibien gegeben, an der Aussenwand des hinteren Endes des *utriculus*, dicht unterhalb der Einmündung der Commissur. Die untere liegt in der Höhe des unteren Randes der unter einem nach unten stumpfen Winkel vor sich gehenden Vereinigung des *utriculus* mit der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. Diese führt in eine schräg nach oben und vorne gerichtete Röhre (Fig. 12 *c*), die vor dem unteren Ende der Bogengangcommissur in der Knochenfurche liegt, die zur *apertura aquaeductus vestibuli ossea* führt und tritt durch diese in die Schädelhöhle. Es ist ein grosses Verdienst RATHKE's, diese Röhre zuerst entdeckt und richtig beschrieben und weiter auf die vergleichend anatomische Bedeutung derselben aufmerksam gemacht zu haben. An ihrem unteren Ende ist sie ein wenig hakenförmig um den *utriculus* (Fig. 8 *b*) gekrümmt. Ich komme in einer folgenden Abhandlung wieder ausführlich auf diesen *aquaeductus vestibuli* zurück.

Nach unten und hinten haben wir dann die schräg von oben und hinten, nach unten und vorne gehende, spaltförmige Oeffnung, die in die bei diesen Thieren zum ersten Male in einiger Selbständigkeit auftretende Schnecke führt, insofern der untere Theil derselben, die *lagena*, die zunächst der *lagena* der Frösche entspricht, kaum direct mit dem Sacklumen communicirt, was bei diesen Thieren der Fall. Das thut hauptsächlich die gleich zu schildernde *pars basilaris*, respective der Anfangstheil der Schnecke. Im Uebrigen zeigt die ganze Entwicklung der Schnecke in Verbindung mit der weiteren Communication mit dem *sacculus*, die bei den Eidechsen haarfein ist und erst bei den Schildkröten wieder, aber nur wenig, weiter wird, für die niedrige Stellung der Schlangen in der Classe der Reptilien und für ihre nähere Verwandtschaft mit den Amphibien. Die Schnecke bildet einen an der Unter-, Hinterseite des Sackes gelegenen Kegel (Fig. 10 *g*), dessen Spitze ein wenig nach

hinten innen gebogen erscheint und dessen Basis theilweise theils hinter der Mitte des *sacculus* frei vorgelagert ist, theils unter dem Ende der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle von dem Sacke etwas überlagert erscheint. Sie zerfällt im Gegensatz zu den Ansichten von RATHKE, der keine *lagena* fand, gerade wie bei den höherstehenden Thierclassen, in eine *lagena* und in eine *pars basilaris*.

Die obere, breitere Partie der Schnecke, der Basistheil des Kegels, die *pars basilaris*, besteht aus zwei breitseits neben einander gelagerten Abtheilungen, einer hinteren, etwas tiefer abwärts gelegenen (Fig. 14 *e*) und einer vorderen, etwas höher liegenden (Fig. 16 *h*), welch letztere zum Theil nach aussen hin von dem hinteren Sackrande überlagert erscheint. Beide sind durch eine kammartige, von oben hinten, nach unten vorne geneigte Erhebung (Fig. 16 *i*) von einander getrennt und stellen im Wesentlichen zwei Vertiefungen an dem oberen Theile der inneren Schneckenwand dar und gehen, indem die Trennungsleiste sich verflacht, nach unten, in die freie Spitze der Schnecke, die *lagena* über (Fig. 16 *g*), die rings knorplig geschlossen erscheint, wie wir es bei allen Wirbelthieren, bei denen sie selbständig, finden. Die hintere Abtheilung ist der *pars basilaris* der Eidechsen, die vordere demjenigen Theile homolog, den CLASON zur *lagena* rechnet und der ebenfalls breitseits neben der *pars basilaris* liegt. Ich werde später weiter darthun, warum ich diesen Theil dem Basilartheile und nicht der *lagena* zuzähle. Die vordere Abtheilung (Fig. 16 *h*) stösst an das obere Ende der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und der vordere Rand dieser Schale geht nach aussen und hinten gebogen continuirlich in den inneren Rand der Oeffnung über (Fig. 16 *f*), die die Communication zwischen *sacculus* und Schnecke vermittelt. Durch die Innenwand dieser Abtheilung sieht man die fächerartige Ausstrahlung des Nerven, der zur hinteren Abtheilung und zwar zur Trennungsleiste (Fig. 16 *i*) zieht und wir finden an derselben eine längliche *macula*. Die hintere untere Abtheilung, die ebenfalls eine schalenförmige Vertiefung darstellt, zeigt im Centrum eine ausserordentliche Verdünnung ihrer Innenwand und zwar in Gestalt eines schräg von oben hinten, nach unten vorne gestellten Ovals (Fig. 16 *l*). Diese Verdünnung findet dadurch statt, dass im Centrum der Schale von aussen her die Knorpelmasse verschwunden und im Wesentlichen nur die dieselbe bekleidende Basalmembran übrig geblieben ist und so macht denn die hintere Abtheilung den Eindruck eines knorpligen Ringes, in dessen Umfang eine zarte Membran ausgespannt ist, wie wir sie ähnlich bei den Fröschen und Eidechsen kennen gelernt haben. Es ist eine *membrana basilaris*. Der vordere Theil des Knorpelringes bildet die Trennungsleiste gegenüber der hinteren Abtheilung, an der sich ja die Nerven fächerförmig ausstrahlend ausbreiten und halbmondförmig vorspringend

trägt sie auf ihrer Hinter- Unterfläche eine, wie bei den Fröschen, sichelförmig gestaltete *macula acustica* (Fig. 16 *k*). Die Membran ist nie wie bei den Eidechsen durch eine quere Brücke in eine obere und untere Hälfte getheilt. So sehen wir denn bei diesen Thieren in der vorderen und hinteren Hälfte des Knorpelringes ein Homologon des Nervenknorpels und des dreieckigen Knorpels des *limbus spiralis cartilagineus* und des *ligamentum spirale* der Säuger auftreten. Die Aussenwand dieser *pars basilaris* wird durch eine Fortsetzung der Aussenwand des Sackes, die jenseits der Communicationsöffnung, die sie bilden hilft, weiter zieht, dem Homologon der *membrana Reissneri* gebildet, die sich dann an den hinteren Rand der die *membrana basilaris* tragenden Abtheilung der *pars basilaris (sensu strictiori)* (Fig. 16 *m*), des Knorpelbogens anheftet und nach unten mit der knorpligen Aussenwand der *lagena* verschmilzt. Diese, deren Form ich bereits beschrieben und über deren Lagerungsweise in der *cavitas cochleae* ich mich auch schon seiner Zeit ausgesprochen, zeigt überall dicke, knorplige Wandungen, die namentlich innen besonders derb, da sie hier die Ausbreitung des Schneckennerven (Fig. 10 *g*) aufnehmen, die senkrecht bis nahe zur äussersten Spitze herunter verlaufen und in eine längliche, hufeisenförmige *macula* (Fig. 16 *g*) hineintreten, die der Innenwand angehört und der eine gleichgestaltete Otolithenmasse (Fig. 14 *f*) entspricht, die deutlich weiss durchschimmernd gesehen werden kann. Die *lagena* steht gegen beide Abtheilungen der *pars basilaris* weit offen und zwar ist die Oeffnung länglich, nach oben und hinten gerichtet. Zu bemerken wäre nun noch, dass dort, wo der untere, vordere Rand des *sacculus* an die *lagena* anstösst, ein Einschnitt sich geltend macht (Fig. 16 *n*), der den Beginn des *sulcus canalis perilymphatici* (Fig. 15 *e*) anzeigt, der wie bei den Schildkröten über die Innenwand der beiden Abtheilungen der *pars basilaris* verläuft und der namentlich an der *membrana basilaris* ausserordentlich vertieft erscheint, wie wir das ja auch bei den Schildkröten gesehen. Dies die morphologischen Verhältnisse des Gehörorganes der Natter und ich würde mich freuen, wenn bald ein Anderer auch auf histologischem Gebiete den hier nachgewiesenen Homologien mit den nächstverwandten Thieren nachgehen wollte.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Coluber natrix* nach Wegnahme des Integumentes präparirt und von oben gesehen. *a. os squamosum*. *b.* Freier Theil der Oberfläche der Gehörkapsel. *c. occipitale laterale*. *d. os quadratum*. *e.* Das am *quadratum* befestigte Ende der *columella*. *f. os parietale*. *g, h.* Kaumuskulatur.

Fig. 2. Vergr. $^4/_1$. Seitenansicht eines präparirten Kopfes von *Coluber natrix*. *a. basis columellae*. *b. os quadratum*. *c. facialis*. *d. vagus*. *e.* Das am *quadratum* befestigte Ende der *columella*. *f.* Innere Kaumuskeln *(pterygoidei)*. *g. trigeminus*. *h.* Unterkiefer.

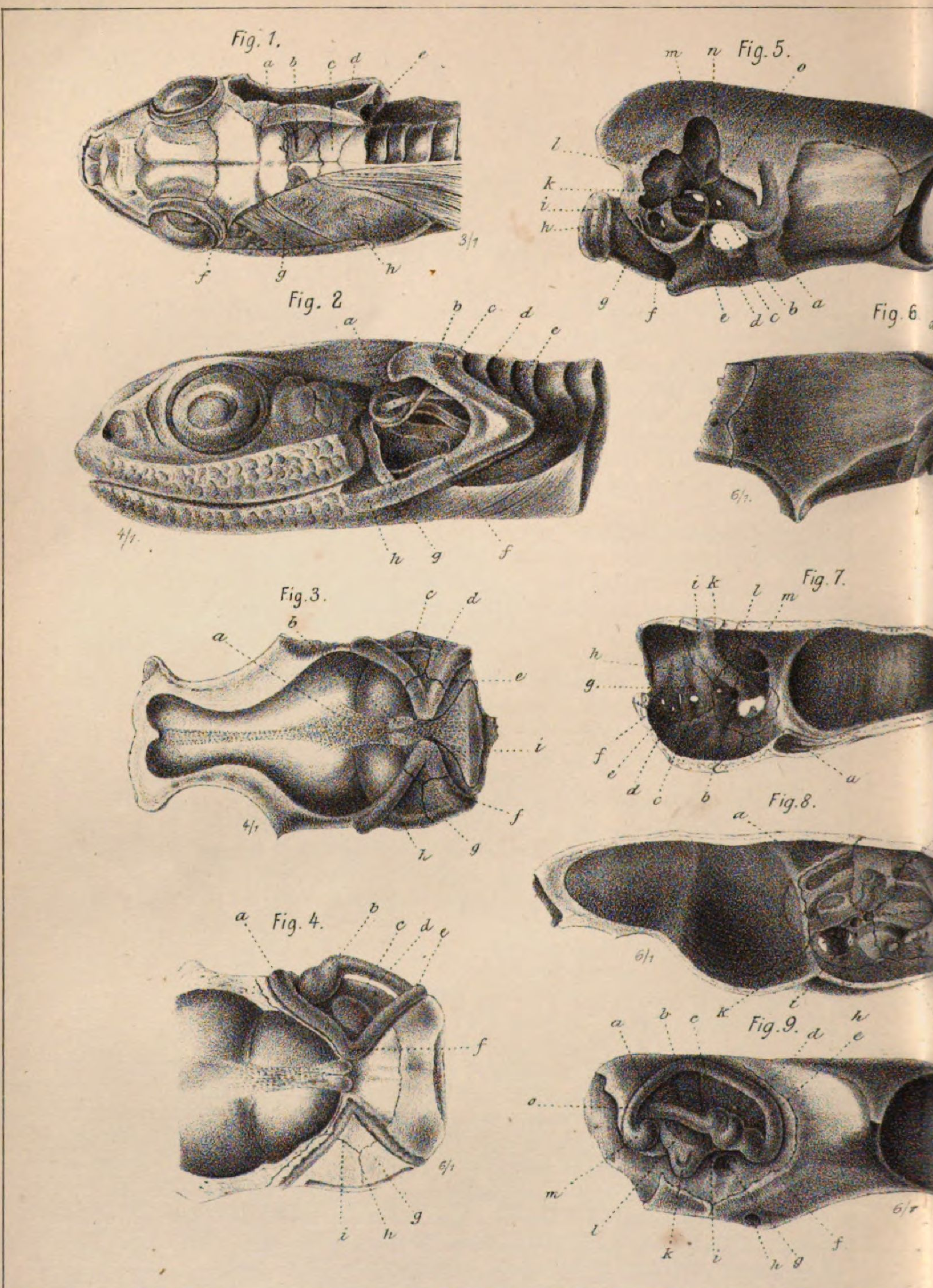
Fig. 3. Vergr. $^4/_1$. Schädel von *Coluber natrix*. Die Gehirnoberfläche freigelegt und die Gehörkapseln präparirt. *a. dura mater*. *b. sacculi endolymphatici*. *c. prooticum*. *d. opistoticum*. *e. epoticum*. *f.* Hintere Bogengangleiste. *g.* Aeussere Bogengangleiste. *h.* Vordere Bogengangleiste. *i.* Oberes Ende der Commissur. *k. processus squamosus s. tegmen tympani*.

Fig. 4. Vergr. $^6/_1$. Schädel von *Coluber natrix* mit freigelegtem Vorder- und Mittelgehirn und präparirten häutigen Gehörorgantheilen. *a.* Vorderer, sagittaler Bogengang. *b.* Horizontale Ampulle. *c. cavum perilymphaticum* mit durchschimmernder Otolithenmasse des *sacculus*. *d.* Horizontaler Bogengang. *e.* Hinterer, frontaler Bogengang. *f.* Oberes Ende der Commissur. *g, h, i.* Nähte der drei Labyrinthknochen.

Fig. 5. Vergr. $^6/_1$. Der Binnenraum der Gehörkapsel von *Coluber natrix*, von aussen eröffnet und gesehen. *a. recessus* für die sagittale Ampulle. *b.* Oeffnung für den Utricularnerven im *cavum anterius*. *c. foramen trigemini*. *d.* Vorderer Theil der *crista vestibuli*, das *cavum anterius* hinten begrenzend. *e.* Aeussere Oeffnung des *canalis facialis*. *f. recessus scalae tympani* mit dem *foramen jugulare*. *g.* Vertiefung des *recessus*, in dem das *foramen glossopharyngei* befindlich. *h. foramen vagi*. *i. sulcus perilymphaticus*. *k.* Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *l.* Begrenzungsleiste zwischen der *cavitas vestibuli* und dem *cavum posterius*. *m. cavum internum*. *n. apertura aquaeductus vestibuli*. *o.* Innere Begrenzungsleiste zwischen *cavum anterius* und *cavitas vestibuli*.

Fig. 6. Vergr. $^6/_1$. Der Binnenraum der Gehörkapsel, von oben freigelegt und gesehen. *a. sulcus perilymphaticus*. *b. cavitas vestibuli*. *c. crista vestibuli*. *d.* Einschnitt in der *crista* für den Nerven der hinteren Ampulle. *e.* Begrenzungsleiste zwischen dem *recessus* der vorderen Ampullen und dem *recessus osseus utriculi*. *f*, g. Vestibulare Oeffnung des *cavum anterius*. *h. cavitas cochleae*. *i. apertura externa recessus scalae tympani*.

Fig. 7. Vergr. $^4/_1$. Median durchschnittener Schädel von *Coluber natrix*. *a. foramen trigemini*. *b.* Innere Oeffnung des *canalis Fallopiae*. *c. foramen jugulare*. *d. foramen vagi*. *e, f. foramina hypoglossi*. *g. foramen glossopharyngei*.


Fig. 1.
3/1
Fig. 2
4/1
Fig. 3.
4/1
Fig. 4.
6/1
Fig. 5.
Fig. 6
6/1
Fig. 7.
Fig. 8.
6/1
Fig. 9.
6/1

Rabus, del.









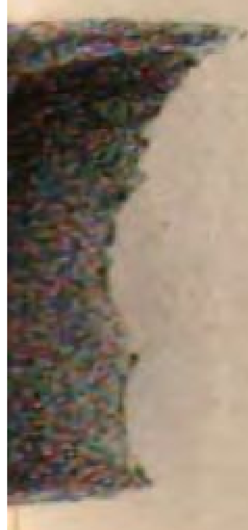


Fig. 10.

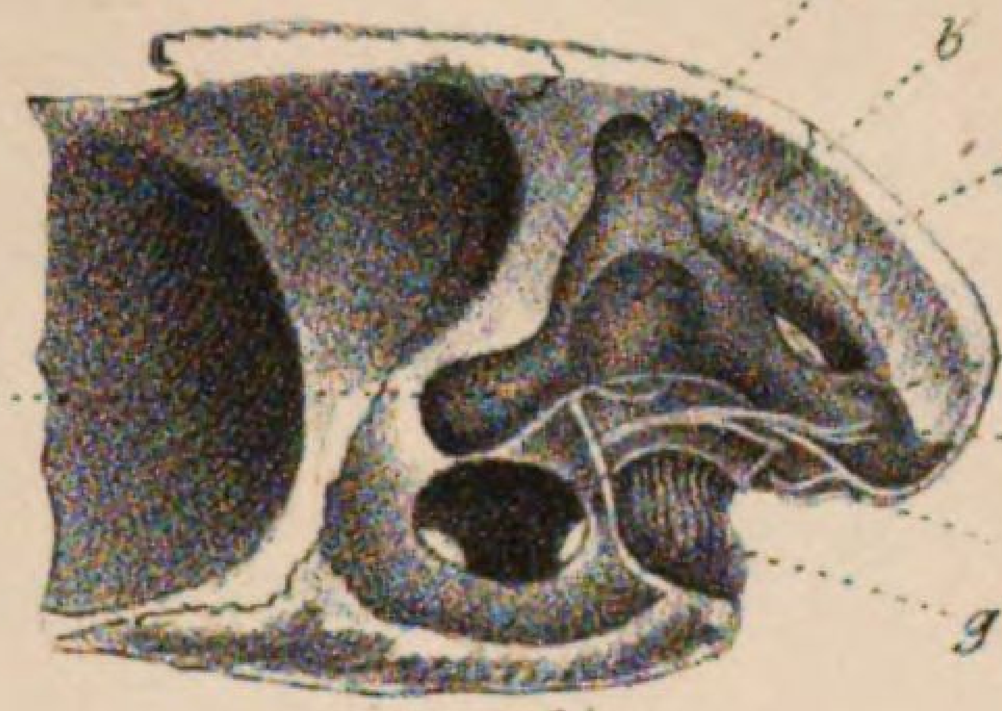


Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

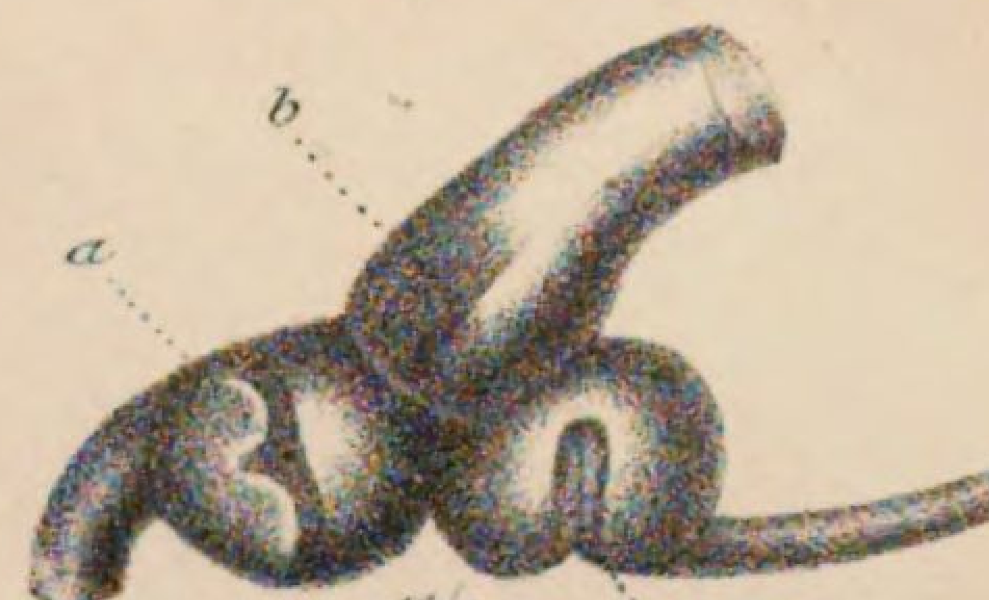


Fig. 14.

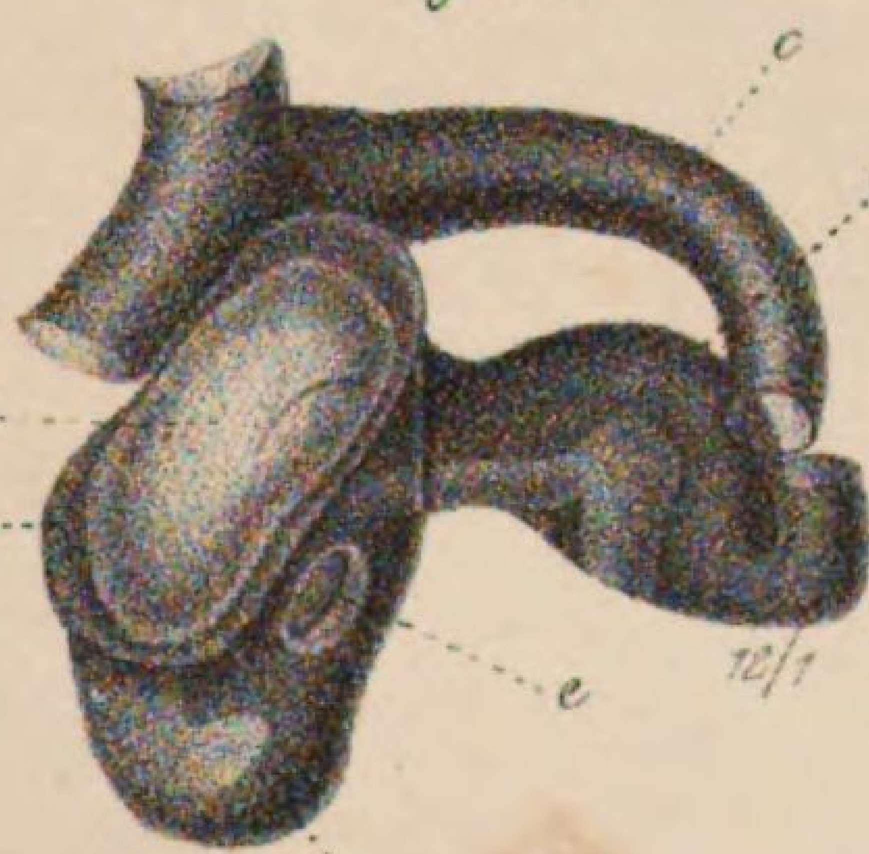


Fig. 15.

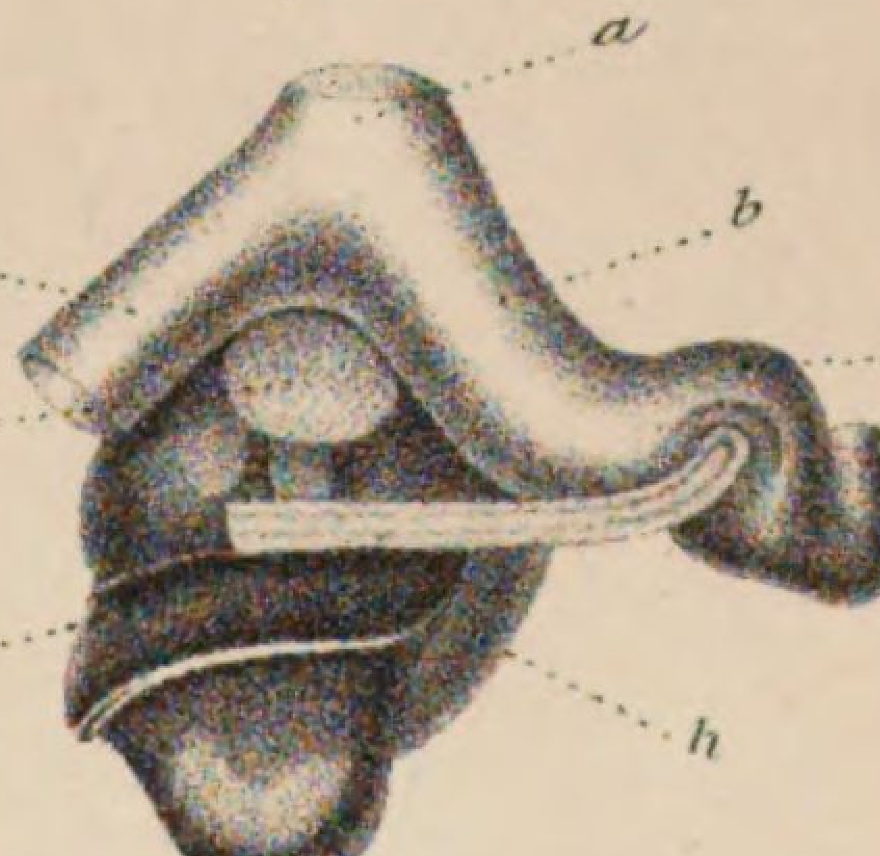
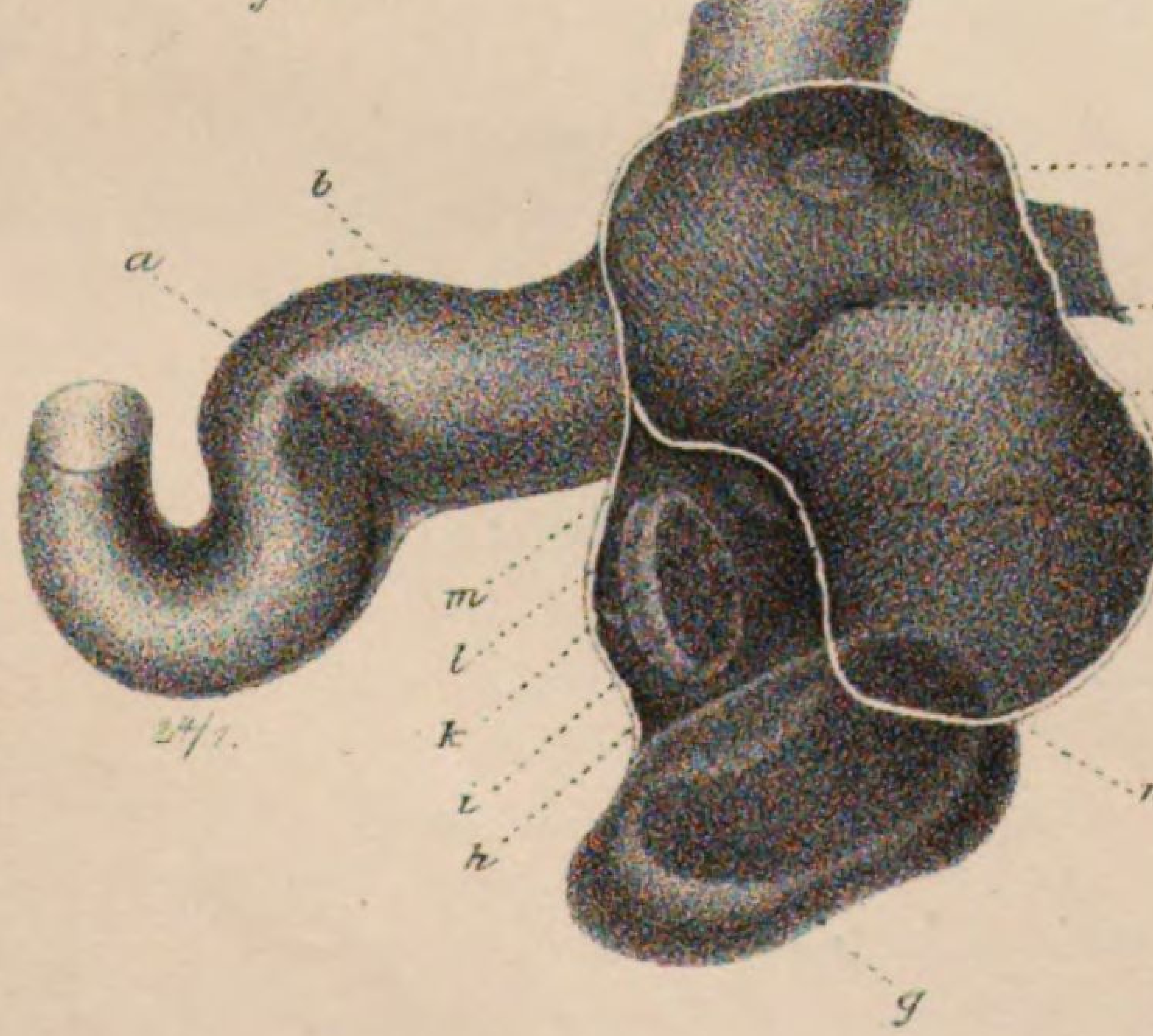


Fig. 16.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

h. Hinterer Wulst an der Innenwand der Gehörkapsel. *i*. Wulst der Bogengangcommissur. *k*. Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *l*. Vorderer Wulst der Innenwand der Gehörkapsel. *m*. Oeffnung für den Utricularnerven.

Fig. 8. Vergr. $^6/_1$. Median durchschnittener Schädel von *Coluber natrix* mit durchschimmerndem, tingirten, häutigen Gehörorgan. *a*. Vorderer Wulst der Innenwand der Gehörkapsel. *b*. *aquaeductus vestibuli*. *c*. Hinterer Wulst der Innenwand. *d*. Oeffnung für den Sack- und Schneckennerven. *e*. *foramen jugulare*. *f*. *os occipitale basilare*. *g*. Schneckenspitze. *h*. *os sphenobasilare*. *i*. Innere Oeffnung des *canalis facialis*. *k*. Oeffnung für den Utricularnerven.

Fig. 9. Vergr. $^6/_1$. Das häutige Gehörorgan mit der periostalen Umhüllung präparirt und von aussen gesehen. *a*. Hinterer Bogengang. *b*. Bogengangcommissur. *c*. Horizontale Ampulle. *d*. *recessus utriculi*. *e*. Vorderer Bogengang. *f*. Sagittale Ampulle. *g*. *foramen trigemini*. *h*. Eintrittsöffnung der *carotis interna*. *i*. Aeussere Oeffnung des *canalis Fallopiae*. *k*. Schnecke. *l*. Durch die periostale Umhüllungsmembran schimmernde Otolithenmasse des *sacculus*. *m*. Frontale Ampulle.

Fig. 10. Vergr. $^6/_1$. Das häutige Gehörorgan von *Coluber natrix* in *situ* präparirt und von innen gesehen. *a*. Bogengangcommissur. *b*. Durchschimmernde Otolithenmasse des *sacculus*. *c*. Horizontaler Bogengang. *d*. Frontale Ampulle. *e*. Der zur hinteren Ampulle gehende Nervenast. *f*. *ductus perilymphaticus*. *g*. Schnecke mit der Nervenausbreitung. *h*. *recessus utriculi*.

Fig. 11. Vergr. $^8/_1$. Das häutige Gehörorgan von *Coluber natrix* mit der periostalen Umhüllung isolirt. *a*. Frontaler Bogengang. *b*. Bogengangcommissur. *c*. Erweitertes Ende des horizontalen Bogenganges. *d*. Sagittaler Bogengang. *e*. Sagittale, *f*. horizontale Ampulle. *g*. Periostale Membran des nach aussen vom Sack befindlichen *cavum perilymphaticum*. *h*. *lagena* der Schnecke. *i*. Horizontaler Bogengang. *k*. Hintere Ampulle.

Fig. 12. Vergr. $^8/_1$. Dasselbe Präparat von innen gesehen. *a*. *recessus utriculi*. *b*. *utriculus*. *c*. *aquaeductus vestibuli*. *d*. Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus*. *e*. *pars basilaris* der Schnecke. *f*. *lagena*. *g*. *ductus perilymphaticus*.

Fig. 13. Vergr. $^{12}/_1$. Die zusammenliegenden Ampullen und der *recessus utriculi* isolirt. *a*. *septum cruciatum* der sagittalen Ampulle. *b*. *macula acustica utriculi*. *c*. *crista acustica* der horizontalen Ampulle.

Fig. 14. Vergr. $^{14}/_1$. Sack, Schnecke und hintere Ampulle aus der periostalen Umhüllung isolirt. *a*. Otolithenmasse des Sackes. *b*. Raum zwischen Otolith und Sackwandung. *c*. Ende des horizontalen Bogenganges. *d*. Hintere Ampulle. *e*. *pars basilaris* der Schnecke. *f*. *lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 15. Vergr. $^{12}/_1$. Schnecke, Sack, Bogengangcommissur und hintere Ampulle von innen gesehen. *a*. Unteres Ende der Bogengangcommissur. *b*. Verbindungsröhre der hinteren Ampulle *c* mit dem *utriculus*. *d*. *lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse. *e*. *sulcus perilymphaticus*. *f*. Mittlerer Theil des Sackes mit durchschimmernder Otolithenmasse. *g*. *utriculus*. *h*. Unteres Ende des *sacculus*.

Fig. 16. Vergr. $^{24}/_1$. Hintere Ampulle, Sack und Schnecke nach Wegnahme der Aussenwand der Otolithen und der *membrana Reissneri*. *a*. *planum semi-nulatum* der hinteren Ampulle. *b*, *c*. Communication zwischen *sacculus*

und *utriculus*. *d. apertura aquaeductus vestibuli*. *e.* Vorderer Rand des *sacculus*. *f. macula sacculi*. *g. macula lagenae*. *h.* Hinterer Rand des Sackes. Innenrand der Communication des Sackes mit der Schnecke. *i.* Trennungsleiste zwischen vorderer und hinterer Abtheilung der *pars basilaris*. *k. macula acustica*. *l. membrana basilaris*. *m.* Hinterer Rand der *pars basilaris* zur Anheftung der *membrana Reissneri*. *n.* Einschnitt zwischen Sack und Schnecke. Beginn des *ductus perilymphaticus*.

XVII.

Das Gehörorgan der Crocodile nebst weiteren vergleichend anatomischen Bemerkungen über das mittlere Ohr der Wirbelthiere und dessen Annexa.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXXI, XXXII u. XXXIII.

Ich verdanke der Güte Kölliker's die Möglichkeit der Untersuchung dieser Thiere, indem er mir mit grosser Freundlichkeit einen $^1/_4{}^m$ langen *Crocodilus niloticus* und den Kopf eines halb erwachsenen Thieres zur Disposition stellte. Man möge es mir wegen der Kostbarkeit des Materiales zu Gute halten, wenn ich nicht nach allen Seiten hin ausführliche und sichere Angaben zu machen im Stande bin. Vielleicht darf ich mich mit der Hoffnung schmeicheln, dass man anerkennen wird, es sei bei dem spärlichen Materiale untersucht, was untersucht werden konnte. Sehr viel bleibt noch zu thun übrig, da es sich, namentlich was die Paukenhöhle betrifft, um sehr complicirte Verhältnisse handelt, wie ich sie bis dahin noch bei keinem Wirbelthiere gefunden. Immerhin werden aber meine Untersuchungen darthun, dass, gerade wie *Siredon* das Bindeglied zwischen den Amphibien und Fischen darstellte, die Crocodile den Uebergang von den Schildkröten und Eidechsen zu den Vögeln bilden und auch bei diesen Thieren werde ich im Stande sein, die allgemeinen Anschauungen, die ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche niedergelegt, zu erweitern.

Unsere bisherigen Kenntnisse des Gehörorganes der Crocodile verdanken wir im Wesentlichen den Beobachtungen von Windischmann [1]) und Owen [2]), von denen ersterer vorzugsweise das innere Ohr und die

1) De penitiori auris in amphibiis structura.

2) Comparative anatomy and physiology of vertebrates.

Paukenhöhle, letzterer die *tuba Eustachii* berücksichtigt. Ausserdem finden sich bei RATHKE[1]) insbesondere Angaben über den Verlauf der Gefässe und was die zu dem Gehörorgane in Beziehung tretenden Nerven betrifft, so habe ich darüber vorzugsweise in dem Handbuche der Anatomie der Wirbelthiere von STANNIUS genauere Angaben gefunden. Dann habe ich auch hier wieder der correcten Zeichnungen des häutigen Labyrinthes von IBSEN in seinem unedirten Werke über die vergleichende Anatomie des häutigen Gehörorganes Erwähnung zu thun und ebenso der Zeichnung (Tab. V, Fig. II) in dem grossen Werke von SCARPA[2]), die in Bezug auf die Innenwand des Gehäuses der meinigen stützend zur Seite stehen mag.

Die Crocodile bieten deswegen ein ganz besonderes Interesse, weil wir bei ihnen zum ersten Male die drei einzelnen, grossen Abtheilungen des Gehörapparates der Vögel und Säugethiere, den *meatus auditorius externus*, das *cavum tympani* mit der *tuba* und natürlich das Labyrinth auftreten sehen. Es ist der *meatus auditorius*, der als etwas Neues hinzutritt und die Thiere über die am höchsten unter den übrigen Reptilien stehenden Schildkröten erhebt, wenn derselbe auch noch nicht in einer solchen Ausbildung und mit denselben Constituenten auftritt, wie bei den Vögeln.

Zwei starke Integumentfalten, eine obere (Taf. XXXI, Fig. 1 *f*) und eine untere (Taf. XXXI, Fig. 1 *e*), die RATHKE auf seiner Taf. II, III u. VIII sehr gut in ihrer Entwicklung zeichnet, deren auch STANNIUS ausdrücklich Erwähnung thut, wie vor ihm CUVIER und BLAINVILLE, während WINDISCHMANN an den von ihm untersuchten Thieren nur eine hat finden können, decken den äusseren Gehörgang vollkommen zu und machen ihn zu einem Spaltraume, der aussen auf der Seitenfläche des Kopfes eine schlitzartige Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 2 *c*) zeigt. Diese verläuft vorne, ein wenig hinter dem hinteren Augenwinkel nach hinten und unten und dann am hinteren Ende des Kopfes, nach aussen von dem hakenförmig gebogenen Unterkieferfortsatze (Taf. XXXI, Fig. 5 *E*) aufwärts gekrümmt. Erhebt man die obere Klappe, was jedoch kaum bis in die Horizontale möglich ist, so übersieht man (Taf. XXXI, Fig. 1) die untere Hälfte des *meatus auditorius*, während die obere von dem Knochen, der das Dach desselben (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) bilden hilft, verdeckt erscheint. Im Grunde sieht man das Trommelfell bis zur Spitze der *protuberantia* (Taf. XXXI, Fig. 1 *d*). Von den beiden Falten ist die obere die grösste und sichelförmig gestaltet, während die untere mehr dreieckig und niedrig erscheint. Jene entspringt von der Aussen-

1) Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. 1866.

2) Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu.

fläche des *os squamosum* und zwar vom hinteren, stumpfen Winkel desselben (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) bis zur vorderen Vereinigung mit dem *postfrontale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *E*). Dort haftet sie mit breiter Basis an den oberen, rauhen Rand und in einer breiten Furche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *f*), die ganz besonders hinten sehr tief ist und gerade wegen dieser breiten Befestigung des straffen Gewebes gelingt es namentlich hinten nicht die Falte über das Niveau des Schädeldaches zu erheben. Hinten ragt sie tief abwärts, vorne dagegen ist ihre Masse sehr geringfügig und endet mit einem scharfen Rande, mit dem sie vorne auf dem scharfen Rande der unteren *plica*, in der hinteren Hälfte auf dem *os quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) ruht. Da die Aussenfläche der Falte senkrecht steht und dieselbe gegen die Anheftung am Knochen immer dicker wird, so muss die Innenfläche, die nicht pigmentirt ist, schräg nach oben und innen ziehen und da das *quadratum* die gleiche Richtung an seiner oberen Fläche besitzt, so bedeckt nicht blos der freie, scharfe Rand, sondern auch der äussere, untere Theil der Innenfläche diesen Knochen. Den Muskel, der diese Falte erheben soll, habe ich nicht weiter untersucht. Die untere, kleine, dreieckige Falte (Taf. XXXI, Fig. 1 *e*) erhebt sich hinter dem Augenwinkel am meisten und verliert sich in der Mitte der *rima auditoria*, wie ich die äussere Oeffnung des *meatus auditorius externus* nennen will. Ihre Aussenfläche steht senkrecht und sie ist mit breiter Basis an das vordere, stachelförmige Ende des *quadratojugale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *D*), welches sich mittelst einer Naht mit dem vorderen äusseren Rande des *quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) verbindet und mit seiner vorderen Spitze an das *postfrontale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *E*) stösst, angeheftet.

Der *meatus auditorius externus* ist, wie ich bereits erwähnte, mehr ein Spaltraum, der nur oben innen und hinten (Taf. XXXI, Fig. 1 *a*) überhaupt als Raum existirt und verläuft schräg von unten aussen und vorne, nach oben innen und hinten. Diese Richtung ist im Wesentlichen von der Stellung des Trommelfelles, welches wie bei allen höherstehenden Wirbelthieren den Grund des äusseren Gehörganges bildet, abhängig. Besser liesse sich wohl die Gestalt desselben mit einem Keile, etwa so ▽, vergleichen, dessen Basis nach oben innen hinten, dessen Schneide nach unten aussen und vorne gerichtet ist und von der *rima auditoria* gebildet wird, während entweder Weichtheile oder Knochen die obere, äussere, vordere und hintere Wand zusammensetzen. Die Aussenwand wird durch die obere Klappe gebildet, deren Innenfläche mehr wie die Hälfte der Innenwand des äusseren Gehörganges deckt, die durch das Trommelfell und durch den lateralwärts von demselben gelegenen Theil der oberen Fläche des *quadratum* bis zur Nahtverbin-

dung mit dem *quadratojugale* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*, *D*) gebildet wird. Ich habe ja bereits bemerkt, dass das ganze *quadratum*, soweit dasselbe an der Bildung des äusseren Gehörganges Theil nimmt und die untere Hälfte des Trommelfelles von der oberen Klappe überlagert ist. Die Innenwand, die man mit Fug und Recht in die eigentliche Innenwand, den Grund des Gehörganges, das Trommelfell und in den Boden des *meatus* trennen könnte, da sie in einer Flucht gelagert sind, steht schräg von oben und innen nach unten und aussen, jedoch ist, namentlich was das Trommelfell betrifft, ähnlich wie bei den Schildkröten, der vordere Theil mehr lateral gelagert, als der hintere und zwar in einem so hohen Grade, dass derselbe unmittelbar an die Aussenwand, die Klappen, anstossend, die Vorderwand des Gehörganges bildet, die wegen der geringen Ausdehnung der Falten sehr niedrig erscheint. Dazu kommt dann noch, und das bildet eben den Grund der geringen Grösse der Integumentfalten vorne, dass der Boden, das *os quadratum* schräg nach oben vorne und innen verlaufend unter einem spitzen Winkel mit dem Dache des äusseren Gehörganges zusammenstösst (Taf. XXXI, Fig. 1, Taf. XXXIII, Fig. 6). Die hintere Wand dagegen erscheint viel ausgedehnter und wird durch einen hinten hakenförmig abwärts gebogenen Fortsatz des *os squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) gebildet, der vorne aussen ausgehöhlt zur Verbindung mit dem nach hinten abwärts ragenden *os quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) dient. Dieser ist demjenigen, auch bei *Ceratophrys* vorkommenden und bei allen *Perennibranchiaten* und *Salamandrinae* sehr ausgebildeten Theile des *squamosum* homolog, welcher von aussen her den oberen Theil des *quadratum* deckt. Derselbe geht ausserdem eine Verbindung mit dem *occipitale laterale* ein, das (Taf. XXXI, Fig. 5 *B*, Taf. XXXIII, Fig. 6 *C*) sich gleichsam von hinten her zwischen diesen Theil des *squamosum* und das *quadratum* einfalzt. Das Dach wird ausschliesslich von der Unterfläche des äusseren Theiles der *pars horizontalis* der Schuppe bis zu ihrer Nahtverbindung mit dem *quadratum* vorne gebildet und erscheint aussen ein wenig abwärts übergebogen und soweit ausgehöhlt, dass die obere Hälfte des Trommelfelles von demselben überlagert ist. Der ganze äussere Gehörgang ist wie bei allen höheren Thieren von einer derben, innig mit dem Perioste der Knochen zusammenhängenden Fortsetzung des äusseren Integumentes ausgekleidet, die sich auch hier als *lamina externa* auf das Trommelfell hinüber schlägt.

Das runde Trommelfell (Taf. XXXI, Fig. 1, Fig. 3), dessen Windischmann bereits in richtiger Weise Erwähnung gethan und über dessen Stellung ich schon das Nöthige gesagt, ist eine zarte, elastische Membran, die deutlich eine radiäre Anordnung ihrer Faserelemente erkennen lässt (Taf. XXXI, Fig. 3). Sie ist, wie bereits Windischmann

geschildert, trichterförmig nach aussen und oben und zwar durch die im Centrum angeheftete Spitze der *columella* vorgetrieben und gegen diese *protuberantia* (Taf. XXXI, Fig. 3 *f*, Fig. 1 *d*) strahlen die radiären Fasern. Die Anheftungsstelle ist eine weisse, konische Erhebung, da an dieser Stelle, und zwar am meisten an der Spitze, die sonst durchsichtige *membrana tympani* trübe. Von hier aus sehen wir, vorne und hinten (Taf. XXXI, Fig. 1 *c*, Fig. 3) durchschimmernd, zwei weisse Streifen ziehen, auf deren Bedeutung ich bei der Betrachtung der Paukenhöhlenschleimhaut zu sprechen komme, während über das untere Segment ein senkrecht abwärts verlaufender, bogenförmiger und nach vorne concaver Contour verläuft, der das vordere Ende einer dreiseitigen Masse darstellt, die aus der Tiefe der Paukenhöhle zum Vorschein kommt. Die *membrana tympani* ist straff ausgespannt und wenn sie sich auch nicht, wie bei den höheren Thieren, in eine Knochenfurche legt, so zeigt dieselbe doch an ihrer Peripherie eine starke Anhäufung circulärer Fasern, einen *annulus tympanicus*, mittelst dessen sie dann mit der Auskleidungsmembran des äusseren Gehörganges in fester Verbindung steht, die jedoch, wie mir scheint, im oberen hinteren Segment nach Art einer *membrana flaccida* keine so intensive ist, wie sonst an der Peripherie. Das Trommelfell ist zum überwiegenden Theile an das *os quadratum* und nur oben hinten in unbedeutender Ausdehnung, wie bei den höheren Thieren, an das *squamosum* angeheftet und zwar entspricht die Anheftung vorne der Naht zwischen dem *quadratum* und dem horizontalen Theile des *squamosum*, hinten der Naht zwischen dem absteigenden Theile des *squamosum* und dem Quadratknochen. Unten an dem *quadratum* sehen wir keine besonders markirte Anheftungsstelle, sie liegt hier an einer etwas nach vorne aussen ziehenden, bogenförmigen Linie, die ihren Anfang lateral von der alsbald zu erwähnenden Paukenhöhlenöffnung des Canals für die *jugularis externa* und *temporalis* und den *nervus petrosus superficialis minor* nimmt.

Nach dieser Schilderung des *meatus auditorius externus* und des Trommelfelles möchte es wohl, bevor ich weiter gehe, angebracht sein, die Bildungsweise desselben etwas mehr vom vergleichend anatomischen Standpuncte aus zu betrachten und zu sehen, ob die Anschauung, die ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche darüber entwickelt, richtig, und ich glaube, dass das in der That der Fall. Wir fanden, dass, während bei den Batrachiern das Trommelfell nach aussen von dem *quadratum* in einem eigenen *annulus tympanicus* ausgespannt war, bei den Schildkröten und den Eidechsen diese unter dem Integumente gelegene Membran von dem durch eigenes Wachsthum und durch das Wachsthum des *squamosum* nach aussen gedrängten, hakenförmig gekrümmten Quadratbein aufgenommen wird, welches bei den Eidech-

sen und *Chelonia midas* derselben oben und vorne zur Anheftung dient. Bei *Emys* fanden wir dann, dass das Trommelfell in grösserer Ausdehnung und zwar oben hinten und unten vorne von dem *os quadratum* aufgenommen wird und gleichzeitig an der Peripherie seines oberen, hinteren Quadranten an den äusseren Rand des *os squamosum* anstösst, das bei diesen Thieren nahezu den äusseren Rand des stark nach innen entwickelten Quadratbeines berührt. Das ist auch schon bei *Chelonia* nachzuweisen, ja es kommt hier sogar vorne der hintere Rand des *quadratojugale* hinzu und was nun die am höchsten stehenden *Testudines* betrifft, so finden wir, dass bis auf ein unbedeutendes Segment an der Peripherie hinten unten überall das *quadratum* mit dem hinteren, respective vorderen unteren Rande des *quadratojugale* und des *squamosum* und zwar vorne und hinten oben zur Anheftung des Trommelfelles dient. Diese letzteren Thiere müssen nun für uns der Ausgangspunct für die Betrachtung der Verhältnisse bei den Crocodilen sein. Also der untere und untere hintere Theil des *annulus tympanicus* des Trommelfelles liegt einzig und allein am *quadratum*, während der vordere und vordere obere an die Verbindungsnaht zwischen *quadratum* und *quadratojugale* stösst, während der obere und obere hintere Theil bis zur Naht zwischen *quadratum* und *squamosum* ragt. Dabei steht das Trommelfell, da das *quadratum* beinahe senkrecht als nahezu geschlossener Ring sich unter und hinter dem *quadratojugale* und nach unten und vorne von dem *squamosum* ausdehnt, fast senkrecht, nur wenig von oben aussen vorne, nach unten innen und hinten. Was nun das *quadratum* der Crocodile betrifft, so sehen wir dasselbe einen ähnlichen Knochenring wie bei den *Testudines* unterhalb und nach hinten von dem ähnlich wie bei den Schildkröten nach hinten abwärts gekrümmten *squamosum* bilden, jedoch ist derselbe nicht vollkommen geschlossen. Die Oeffnung des Ringes (Taf. XXXIII, Fig. 6) liegt aber nicht wie bei *Testudo* hinten unten, sondern oben und hinten und das hängt damit zusammen, dass sich das *quadratum* in seinem oberen Theile wenig nach hinten unten gekrümmt hat, während dagegen der untere bis auf die Lücke unter dem horizontalen Theile des *squamosum* nach hinten oben dem oberen entgegengewachsen ist und damit ist zugleich das Gelenkende, das bei den anderen Thieren senkrecht nach unten kehrt, nach hinten hin gedreht. Gleichzeitig hat sich aber damit die Stellung des *quadratojugale*, das ja einen integrirenden Bestandtheil des *palatoquadratum* bildet, geändert. Dasselbe ist durch den nach hinten oben ausgewachsenen, unteren Theil des *quadratum*, mit dem dasselbe bei *Chelonia* und auch zum Theil bei *Testudo* in Verbindung steht, nach hinten getrieben, so dass das *quadratum* nicht mehr nach unten und hinten, sondern nach oben und vorne von demselben zu liegen kommt. Alles dieses würde nun mit

der Ausnahme, dass das Trommelfell die Möglichkeit hat, sich, wie es das in der That thut, an den horizontalen Theil des *squamosum* anzuheften, keinen wesentlichen Einfluss auf die Beziehungen desselben zu den anderen beiden Knochen auszuüben brauchen, nur würde sich das Trommelfell statt vorne, so unten vorne an das *quadratojugale* anheften müssen, allein es kommt noch etwas Weiteres hinzu, wovon wir bei den Schildkröten und zwar bei *Chelonia* nur Andeutungen finden. Bei diesen Thieren zeigt sich der äussere Theil des *squamosum* ein klein wenig über das *quadratum* nach aussen vorgebuchtet, so dass oben ein grösserer Zwischenraum zwischen Trommelfellanheftung und äusserem Integumente bleibt, als unten, wo das *quadratojugale* kaum über das *quadratum* nach aussen ragt und dieser erscheint dann mit Zellgewebsmasse ausgefüllt. Bei den Crocodilen nun, bei denen die Ueberwölbung von Seiten des *os squamosum* über das Quadratbein lateralwärts oben hinten vor sich geht und zwar an der Naht, an die sich der *annulus tympanicus* des Trommelfelles anheftet, wird diese dort den beträchtlichen Abstand der *membrana tympani* vom äusseren Integumente bewirken, der aber auch unten und vorne nachweisbar ist, weil der untere Theil des *quadratum* mit dem an ihn befestigten *quadratojugale* sich gleichsam unter das Trommelfell weg nach aussen schiebt und zwar hinten mehr, als vorne. Dadurch fällt der Ansatz der Membran, der bei den Schildkröten an der Naht zwischen *quadratum* und *quadratojugale* sich fand, bei den Crocodilen aus dem Bereiche derselben und sie heftet sich ausschliesslich an das oben und medianwärts vom *quadratojugale* befindliche *quadratum*. Somit sehen wir denn unten und vorne und hinten und oben vor dem Trommelfelle einen knöchernen Vorbau entstehen, der zu bedeutend ist, um wie bei den Schildkröten durch subcutane Gewebsmassen ausgefüllt zu werden, in den sich statt dessen das Integument hineinstülpt und an dessen äusseren Rändern dasselbe zwei Falten wirft, die Ohrklappen, die einander entgegenwachsen, anstatt sich, wie bei den höheren Thieren, über die Mündung des *meatus auditorius externus* nach allen Richtungen zu entfernen.

So entsteht also der äussere Gehörgang. Mit dem Trommelfell sinkt durch das Wachsthum der vorhin genannten Knochen das Integument als blindgeschlossene Röhre in die Tiefe. Einen solchen Vorbau haben wir ja auch bei der höherstehenden Classe, den Vögeln, und wie wir gesehen haben, wurde er bei den am tiefsten stehenden Formen mit offenem *foramen rotundum* durch das *quadratum* oben, durch das *squamosum* oben hinten, durch das *occipitale laterale* hinten, durch das *sphenobasilare* unten gebildet, ein Verhältniss, welches ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche direct von dem bei den Schildkröten gefundenen ableitete. Ist nun die Erklärung, dass es sich um ein

Auswachsen des *occipitale laterale*, des *sphenobasilare* und theilweise des *squamosum* und um eine Reduction des sich lösenden *quadratum* nach vorne handle, richtig? In der That ist dem so und der Befund bei den Crocodilen spricht dafür. Das *quadratum* hat bei diesen Thieren, wie bei den Schildkröten, nicht blos aussen und hinten, sondern, wie wir alsbald sehen werden, auch innen eine beträchtliche Ausdehnung, so dass dasselbe durch seine ausgebreiteten Befestigungen die Entfaltung des *sphenobasilare* hindert. Ausserdem hindert aber auch die directe Verbindung des hinteren Theiles des ringförmigen *quadratum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *B*) mit dem absteigenden, hinteren Fortsatze des *squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*), das bei diesen Thieren stark nach aussen gewachsene, seitliche Hinterhauptsbein (Taf. XXXIII, Fig. 6 *C*) sich trennend zwischen die beiden Knochen zu legen und somit dem Trommelfelle die Möglichkeit der Anheftung zu bieten. In dem Augenblicke aber, wo sich der Ring des *quadratum* einmal aus seiner Verbindung mit dem *sphenobasilare* und zweitens hinten aus der mit dem *squamosum* löst, was nur dadurch geschehen kann, dass sich das *quadratum* von innen nach aussen reducirt, oder besser gesagt, in der Entwicklung nach innen nur langsam fortschreitet und in dem Augenblicke, wo sich der untere Theil des *quadratum* nicht ringförmig nach hinten dem *squamosum* entgegen entwickelt, muss das *sphenobasilare* als der nächste Knochen nach aussen wachsend, statt des Quadratbeines den unteren Theil des Trommelfelles aufnehmen und das *occipitale laterale* hinten in die Lücke zwischen *quadratum* und *squamosum* treten und somit dort der *membrana tympani* zur Anheftung dienen. Wachsen nun diese unter einander verbundenen Knochen über das Trommelfell hin nach aussen, so entsteht ein von ihnen gebildeter, röhrenförmiger Vorbau, wie bei den Crocodilen, nur mit anderen Constituenten, ein *meatus auditorius externus*. Wir sehen ferner, da bei den Crocodilen der untere Theil des Quadratbeines stark nach aussen wächst, den unteren Theil des Trommelfelles wegen seiner Anheftung eine gleiche Richtung bekommen. Da nun aber bei den Vögeln unten die Verbindung mit dem *quadratum* gelöst wird und das medianwärts gelegene *sphenobasilare* an die Stelle tritt, so kann es uns nicht überraschen, wenn wir, wie bei den Schildkröten, das Trommelfell eine ähnliche Stellung von oben aussen vorne, nach unten innen und hinten einnehmen sehen, eine Stellung, die bei den Säugern und Menschen wegen des Wachsthumes des Schädelraumes und der Drehung des hinteren Theiles der Labyrinthpyramide und des mit ihr verbundenen *occipitale laterale* von hinten innen, nach aussen vorne eine andere, entgegengesetzte wird.

Wenden wir uns nun zu der Betrachtung der zweiten Abtheilung des Schallzuleitungsapparates, dem *cavum tympani*, das diesen Thieren

ebenso wenig wie den Schildkröten und Eidechsen fehlt, so können wir dieselben Abtheilungen wie bei den anderen Reptilien, das eigentliche *cavum tympani* und den *recessus cavi tympani* unterscheiden, von denen jenes aussen gelagert ist, während dieser an die Labyrinthpyramide stösst. Innerhalb der Paukenhöhle befindet sich dann, abgesehen von den Gefässen und Nerven, die *columella* und als Nebenanhang derselben der bei sämmtlichen Reptilien vorkommende *recessus scalae tympani*. Ich gestehe, es hat lange gedauert, ehe es mir gelang über alle diese Verhältnisse zur Klarheit zu kommen, da die gesammte Paukenhöhle so complicirt, wie bei keinem anderen Wirbelthiere und namentlich zeigt auch der *recessus scalae* Eigenthümlichkeiten, denen ich sonst nicht wieder begegnet bin. Die Theile sind übrigens, sowohl was das eigentliche *cavum tympani*, als den *recessus cavi*, wie den *recessus scalae* betrifft, in einer Weise vorhanden, die in mancher Beziehung mehr an die Verhältnisse bei den Vögeln, als an die der Schildkröten erinnert. Ueberwog bei diesen Thieren der *recessus cavi tympani* zwischen der Aussenfläche des Labyrinthes und der Innenwand des *quadratum* die im Bereiche dieses Knochens sich haltende, eigentliche Paukenhöhle, so sehen wir dagegen bei den Crocodilen, wie bei den Vögeln und Säugern, den *recessus* nach innen auf eine Vertiefung im Bereiche des *foramen vestibulare* reducirt, während dagegen das *cavum tympani* wie bei ihnen eine weit beträchtlichere Ausdehnung hat und bis an die Labyrinthaussenfläche reicht.

Die Paukenhöhle, zu deren Beschreibung ich mich zunächst wende, wird wie bei den übrigen Reptilien im Wesentlichen durch das *os quadratum* gebildet, jedoch trägt dieser Knochen, den wir namentlich bei *Testudo* als ausschliesslich constituirenden Factor kennen lernten, nicht einzig und allein zur Bildung derselben bei, sondern es gesellen sich, wie bei den Vögeln, hinten das *occipitale laterale*, innen die Aussenwand der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 6) und oben zu einem Theile das *squamosum* hinzu. Es fehlt somit nur, wie man sieht, das *sphenobasilare*, welches, wie wir wissen, bei den Vögeln, sowohl wie bei den Säugern und den Menschen wenigstens in einem Derivat desselben, dem *os tympanicum*, den Boden des *cavum tympani* bildet. Was zunächst die Grundform betrifft, so haben wir es im Ganzen genommen mit einer abgestutzten, vierseitigen Pyramide zu thun, deren Basis nach unten, deren abgestumpfte Spitze nach oben kehrt und die eine vordere, eine hintere, eine äussere und eine innere Fläche besitzt.

Die von vorne oben und innen, nach hinten unten und aussen gestellte äussere Wand wird durch das trichterförmig, lateralwärts getriebene Trommelfell gebildet, dessen genaue Schilderung ich ja bereits gegeben. Es wird wie bei sämmtlichen, mit einer Paukenhöhle ver-

sehenen Thieren, worauf schon Windischmann aufmerksam gemacht, an seiner Innenfläche von einer Fortsetzung der Schleimhaut der Paukenhöhle glatt überzogen und wir haben somit an dem Trommelfelle der Crocodile, wie bei den höheren Thieren, eine *tunica externa* als Fortsetzung der Integumentalbekleidung des äusseren Gehörganges, eine *tunica propria* und eine *interna* als Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut und diese drei Lagen finden sich, wenn auch nicht in derselben Weise, bei sämmtlichen Thieren, die eine Paukenhöhle besitzen, selbst dann, wenn ihnen ein äusserer Gehörgang fehlt. Dann hat aber namentlich die *tunica externa* einen ganz anderen Character. Als solche ist das Integument, welches von aussen her glatt die *membrana tympani* überzieht, zu betrachten. Es kann, wie bei den Fröschen und Eidechsen, zu einer zarten Haut modificirt sein, allein auch, wie unter den Schildkröten namentlich bei *Chelonia midas*, sich verdicken. Erst dann, wenn die *membrana tympani* in die Tiefe sinkt, das Integument in Folge dessen sich einstülpt, erst dann sehen wir die Integumentalauskleidung sich bleibend in der bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen bekannten Weise ändern.

Das Dach, die obere Wand der Paukenhöhle, wird grösstentheils von demjenigen Theile des *quadratum* gebildet, der sich an die untere Fläche des horizontalen Theiles des *squamosum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *A*) anlegt und der dem *processus squamosus* des *quadratum* der Vögel homolog, zum Theil auch von dem *squamosum* selbst. Dasselbe zeigt sich nach Art eines Gewölbes nach oben convex, nach unten concav. Es findet medianwärts seine Grenze in der von vorne nach hinten sich erstreckenden Naht, die das *quadratum* mit dem *parietale* und dem *occipitale superius* verbindet und die in der Tiefe der Schädeldachöffnung der *fossa temporalis* (Taf. XXXI, Fig. 2 *b*) zum Vorschein kommt. An dieser haben wir dann auch den Uebergang zur inneren Wand zu suchen. Der Uebergang in die Hinterwand markirt sich durch die Naht, mittelst der das *quadratum* an das *occipitale laterale* stösst. Der Uebergang in die Vorderwand ist nicht scharf abgesetzt und lässt sich nur approximativ durch den Uebergang des horizontal unter dem *squamosum* ausgebreiteten *processus squamosus* in den senkrechten Theil, den eigentlichen Körper des *quadratum*, bestimmen. Dieser steht im Uebrigen etwas tiefer als die hintere Grenze, so dass das Dach ein wenig nach vorne unten abfällt. Am Uebergange des Daches des *cavum tympani* in das die Aussenwand bildende Trommelfell findet sich im hinteren Theile des *processus squamosus quadrati* ein tiefer Einschnitt, der durch das sich darüber wölbende *squamosum* zu einer nach hinten unten und aussen sehenden, rundlichen Oeffnung geschlossen wird. Dieser Einschnitt ist die Ursache, dass ein Theil des *squamosum* das Dach der Paukenhöhle mit bilden hilft. Die Oeffnung führt in einen Raum, der die Unterfläche

des *squamosum*, den hinteren Theil des *parietale* und den äusseren des *occipitale superius* aushöhlt und somit, wie das *antrum mastoideum* der höheren Thiere, als ein Nebenraum der Paukenhöhle, anzusehen ist und wie dieses ebenfalls von einer Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut ausgekleidet erscheint. Am knöchernen Schädel ist dieser Raum an der Hinterfläche des Schädels (Taf. XXXI, Fig. 5 *f*) durch eine sichelförmige Spalte zwischen *squamosum* und *occipitale superius* (Taf. XXXI, Fig. 5 *C*) und durch eine weite Oeffnung an der Hinterfläche des oberen Theiles der Temporalgrube (Taf. XXXI, Fig. 2 *b*) zugänglich, im lebenden Zustande aber hinten einfach durch die Paukenhöhlenschleimhaut, vorne durch diese und den *musculus temporalis* geschlossen.

Die vordere Wand, die nach aussen wiederum an das Trommelfell stösst und die nach innen hin ihre Grenze an der vorderen Kante der Aussenfläche der Labyrinthpyramide und der dort befindlichen Tubenmündung findet und nach oben sowohl, wie nach unten einen ganz allmäligen Uebergang gegen den Boden und das Dach zeigt, lässt sich in zwei Abtheilungen, eine äussere und eine innere, trennen. Die äussere, die hinter dem Trommelfelle gelegen ist, ist mehr in der sagittalen Ebene gelagert und steht von oben innen, nach unten aussen, die innere dagegen frontal, erscheint wie das Dach leicht ausgehöhlt und nimmt medianwärts immer mehr an Höhe zu. Diese Trennung wird, und das tritt namentlich an ganz jungen Individuen hervor, durch einen halbmondförmigen, leistenartigen, nach hinten ragenden Vorsprung (Taf. XXXI, Fig. 4 *m*) gebildet, der medianwärts von der vorderen Hälfte der *membrana tympani* in derselben Ebene wie dieses gelagert an dem *quadratum* in die Paukenhöhle vorspringt und sich unter die *columella* weiter am Boden fortzieht (Taf. XXXIII, Fig. 6). Dieser Knochenvorsprung zeigt im frühen Alter (Taf. XXXI, Fig. 4) eine rundliche Perforation, die durch das faltenartige Vorspringen der Paukenhöhlenschleimhaut ein wenig verengt erscheint. Im erwachsenen Zustande ist die Oeffnung verschwunden. Ob dieselbe, wie mir wahrscheinlich, zum Durchtritt von Gefässen dient, darüber vermag ich nichts Bestimmtes zu sagen. An der Mitte der ausgehöhlten, inneren Abtheilung findet sich nach unten hin eine von einem Knochenvorsprunge gedeckte, nach oben aussen hin sehende Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 4 *k*, Taf. XXXIII, Fig. 6 *a*, Fig. 11 *a*), die in eine nach aussen gegen das obere Ende des Vorsprunges verlaufende, seichte Furche übergeht und die, wie wir alsbald sehen werden, zum Durchtritt der *vena jugularis externa*, des *nervus petrosus superficialis minor* und der *chorda tympani* dient. Die Wand wird ausschliesslich durch den senkrechten Theil, den Körper des *quadratum*, gebildet.

Ebenso bildet dieser Knochen den Boden der Paukenhöhle, der

ebenfalls durch Hülfe des vorhin erwähnten, am Boden weiter verlaufenden, halbmondförmigen Vorsprunges (Taf. XXXIII, Fig. 6) in eine äussere und innere Abtheilung zerfällt, von denen jene von der Erhebung der Leiste bis zum Trommelfellansatze sich ausserordentlich viel weniger ausdehnt und von oben innen, nach unten aussen verläuft, während diese den grössten Theil des Bodens bildend, medianwärts immer steiler abfällt und ausgehöhlt erscheint. Dieselbe stösst innen an den unteren Theil der Labyrinthaussenfläche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *m*), geht ohne scharfe Grenze in die Vorderwand über, wird aber am knöchernen Schädel von der Hinterwand durch eine von aussen nach innen, von dem Ende des halbmondförmigen Vorsprunges gegen den hinteren Theil der Aussenfläche der Gehörkapsel (Taf. XXXIII, Fig. 6) verlaufende, scharfe Leiste getrennt, die unser Interesse im hohen Grade in Anspruch zu nehmen geeignet ist.

Von dieser Leiste ausgehend, spannt sich nämlich die Schleimhaut der Paukenhöhle frei über einen namentlich innen sehr tiefen *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*) hinüber, der theilweise dem hinteren, hakenförmig aufwärts gekrümmten Theil des *quadratum* und zwar aussen, innen theilweise dem unteren Theil der Vorderfläche des *occipitale laterale* angehört und sich bis zum Umfange des *foramen rotundum* (Taf. Fig. 6 *l*) erstreckt, den wir als *sulcus recessus scalae tympani* bezeichnen können und verwandelt denselben zu einem geschlossenen Canale, der sich von dem hinteren Theile der Labyrinthaussenfläche bis zum hinteren Umfange des Trommelfelles erstreckt. Wir sehen somit, dass ein Theil der Hinterwand der Paukenhöhle nur von der Schleimhaut der Vorderwand des *recessus* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *f*) gebildet wird, während der obere Theil bis zur Nahtverbindung des *quadratum* und *occipitale laterale* mit dem *squamosum* von dem Quadratknochen und dem seitlichen Hinterhauptsbeine gebildet wird, die beide an ihrer Paukenhöhlenbegrenzungsfläche etwas ausgehöhlt erscheinen. Dort, wo diese knöcherne Hinterwand in die Innenwand übergeht, also im Bereiche des *occipitale laterale*, zeigt sich eine ovale, nach vorne aussen sehende Oeffnung (Taf. XXXIII, Fig. 6 *e*), die schräg nach oben und vorne in das von einer Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut bekleidete Homologon des *antrum mastoideum* übergeht und das *occipitale laterale* aushöhlt.

Was nun die innere Paukenhöhlenwand betrifft, so wird dieselbe einmal durch die äussere Fläche der Gehörkapsel und ferner durch die oberhalb gelegene, weite Oeffnung, die *apertura antri mastoidei* gebildet, die in das *antrum mastoideum* hineinführt, welcher Raum sich unter das *occipitale superius*, vor dem *laterale* und oberhalb der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8 *b*) bis zu dem der anderen Seite erstreckt, in demselben sich öffnet und somit die beiden Paukenhöhlen mit einander

in Verbindung setzt, so dass auch die Schleimhautauskleidung der beiden eine gemeinsame ist, ein Verhältniss, das uns bei keinem anderen Wirbelthiere begegnet. Die Aussenfläche der Labyrinthpyramide ist grösstentheils durch eine querovale Oeffnung, die *apertura recessus cavi tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6) und durch eine flache, nach oben hin convexe und schräg nach aussen oben und hinten gegen das mediane Ende des *sulcus recessus scalae tympani* verlaufende Furche, den *sulcus canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*), eingenommen, an deren vorderem Ende, nach vorne von der *apertura recessus cavi* sich eine kleine, nach aussen sehende, runde Oeffnung, die *apertura externa canalis Fallopiae s. facialis* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) findet. Unten schliesst sie dann mit der oberen Kante einer Incisur, der *incisura canalis carotici*, gegen den Boden der Paukenhöhle ab (Taf. XXXIII, Fig. 6 bei *m*). An dem Uebergange gegen die Vorderwand findet sich dann unten die in Gestalt einer länglichen Spalte auftretende *apertura interna tubae Eustachii* (Fig. 6 unter *a* u. *b*).

Was die *tuba* betrifft, so stehen mir über dieselbe nur wenige Erfahrungen zu Gebote, da ich das wenige Material, welches ich besass, nicht allzu sehr zerstören wollte. Immerhin habe ich an einem Schädeldurchschnitte (Taf. XXXIII, Fig. 8) eines etwa $^1/_3{}^m$ langen Crocodiles soviel gesehen, dass ich es wohl wagen darf, Einiges darüber beizufügen. Bekanntlich verdanken wir Richard Owen [1]) die ersten genaueren Angaben über die Communication zwischen der Paukenhöhle und dem Rachen. Seine Angaben sind kurz folgende: Die Rachenöffnung der *tuba* ist einfach median gelagert und für beide Ohren gemeinsam. Sie liegt dicht hinter den *Choanen* und von ihr gehen zwei laterale Canäle und ein vorderer aus. Der vordere geht in einen knöchernen Canal zwischen dem *occipitale basilare* und dem *sphenobasilare*, welcher sich in einen gegen das *basisphenoidale* nach vorne ziehenden und in einen anderen senkrecht nach oben gegen das *basioccipitale* emporsteigenden Canal theilt. Beide sind in der Mittellinie gelagert und jeder von diesen Zweigen theilt sich wieder quer nach links und rechts und diese Theilcanäle öffnen sich am Boden des *cavum tympani*. Die membranösen, lateralen Canäle gehen durch correspondirende, laterale, knöcherne, die zwischen *basioccipitale* und *basisphenoidale* verlaufen und von denen jeder mit der queren Unterabtheilung des medianen, occipitalen Tubencanales communicirt. Nach dieser Communication verlaufen sie zum *cavum tympani*. Die Rachenöffnung ist dann noch theilweise durch eine

1) On the communications between the tympanum and the Palate in the Crocodilia. Philosophical transactions 1850 und Comparative Anatomy and Physiology of the vertebrates 1866.

Klappe geschlossen. Ich kann mich dieser Darstellung der im Bereiche des *occipitale basilare* und des *sphenobasilare* befindlichen Canäle und ihrer gemeinsamen Mündung in den Rachen (Taf. XXXI, Fig. 5 *i*) anschliessen, allein ich möchte daran zweifeln, dass alle diese Röhren als Theile der *tuba Eustachii* anzusehen sind und ich glaube nach dem, was ich bisher gesehen, abgesehen von allen vergleichend anatomischen Gründen, die gegen eine Vieltheilung der *tuba* sprechen (sie tritt ja immer in Folge ihrer Entwicklung als Ausstülpung der Rachenschleimhaut als einfache Röhre auf), dass es sich bei den Meisten um Gefässcanäle handelt, dazu bestimmt, das Blut zu und von dem Rachen und Gaumen, zu und von den in der Paukenhöhle befindlichen Gefässen zu leiten.

Hinter den *Choanen* haben wir eine einfache, durch eine von hinten her halbmondförmig vorspringende Schleimhautklappe geschützte, hufeisenförmige Oeffnung, die in eine bei jungen Thieren flache (Taf. XXXIII, Fig. 8), bei älteren ausserordentlich tiefe, mit Rachenschleimhaut ausgekleidete Grube führt, die nach vorne das *basisphenoidale* aushöhlend (Taf. XXXIII, Fig. 8 *p*) sich als Owen's vorderer, medianer Canal (Taf. XXXIII, Fig. 8 *n*) bis gegen die Unterfläche der *sella turcica* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *o*) erstreckt und sich nach hinten oben (Taf. XXXIII, Fig. 8) gegen das *basioccipitale* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *i*) ausbuchtet. Wo diese beiden mit Rachenschleimhaut ausgekleideten Abtheilungen der Grube zusammenstossen, sehen wir an der Grenze des *basioccipitale* und *sphenobasilare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *k*) die Rachenschleimhaut sich in nach vorne oben aussen zu beiden Seiten verlaufende, ziemlich weite Knochencanäle begeben, die Owen als laterale, membranöse Canäle beschreibt, in die *tubae Eustachii*, die von den beiden Grundbeinen zusammen gebildet werden und diese öffnen sich dann an der Vereinigung der vorderen und der inneren Wand der Paukenhöhle, also vor der Gehörkapsel, vor der *apertura externa canalis Fallopiae* spaltförmig. Hat man es mit einem macerirten Schädel zu thun, so zeigen sich auch die ungemein engen Canäle, die transversellen Zweige des vorderen, medianen (Taf. XXXIII, Fig. 8 *l*), die selbst an jungen Schädeln für feine Borsten schwer zugänglich sind, während dagegen die knöcherne *tuba* sich ausserordentlich leicht verfolgen lässt und wenn ich dem auch nicht positiv entgegenzutreten wage, dass dieselben mit Rachenschleimhaut ausgekleidet sind, so bezweifle ich doch dieses Verhalten nach dem, was ich gesehen und so bleibt mir zunächst nichts Anderes übrig, als sie als Gefässcanäle zu betrachten. Die hintere obere, mit Rachenschleimhaut ausgekleidete Abtheilung der Grube liesse sich recht wohl als *sinus tubarum* bezeichnen, während ich dem vorderen Theile eine andere morphologische Bedeutung vindiciren möchte.

Sie erscheint mir als Rest der Rachenschleimhautausstülpung gegen die *sella turcica* und die *hypophysis cerebri*.

Somit böte die *tuba* der Crocodile nichts wesentlich Abweichendes von der der übrigen Wirbelthiere, sondern erstreckt sich, hinter den *Choanen* gelegen, bis zu dem vorderen Theile des Bodens der Paukenhöhle und der wesentliche Unterschied wäre demnach der, abgesehen davon, dass dieselbe von dem *sphenobasilare* und *basioccipitale* gebildet wird, während bei den niederen Thieren das *os pterygoides*, bei den höheren Thieren das *sphenobasilare*, oder bei den Säugern und den Menschen das Derivat desselben, das *os tympanicum*, zu ihr in Beziehung tritt, dass dieselbe, statt für sich an der Oberfläche des Rachens zu münden, mit der anderen in einer Nische der Rachenhöhlenschleimhaut ihre Mündung findet. Uebrigens bin ich durchaus nicht der Meinung, diese meine Ansicht als eine allseitig wohlbegründete derjenigen OWEN's gegenüber zu stellen, allein bis sich künftige Untersuchungen für oder gegen dieselbe entschieden haben, glaube ich mich nach meinen Erfahrungen berechtigt, an derselben festzuhalten, für die übrigens auch die freilich nur ungenügend dargelegte Ansicht von WINDISCHMANN spricht.

Nach dieser Schilderung des eigentlichen *cavum tympani* und seiner Communicationsröhre mit dem Rachen, der *tuba*, wende ich mich jetzt zunächst zur Betrachtung des *recessus cavi tympani*, von dem ich bereits Anfangs erwähnt, dass derselbe eine Vertiefung im Bereiche des *foramen vestibulare*, an der Aussenseite der Gehörkapsel repräsentire. Er steht, wie wir wissen, an der Mitte der Aussenfläche (Taf. XXXIII, Fig. 6) mittelst einer ovalen, nach hinten von der *apertura externa canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) und unter dem *sulcus canalis facialis* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*) befindlichen Oeffnung, der *apertura recessus cavi tympani*, die nach hinten an das Ende des *sulcus recessus scalae* stösst, mit der Paukenhöhle in Verbindung und stellt eine Vertiefung dar, deren Grund durch das *foramen vestibulare* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *d*) eingenommen wird. Sie zieht schräg von vorne und aussen, nach hinten und innen, so dass das nahezu in der sagittalen Ebene gelagerte Vorhofsfenster, von der *apertura* aus gesehen, hinten im Umfange desselben excentrisch gelagert erscheint. Die hintere Wand der Vertiefung steht frontal, die obere und untere Wand horizontal, die vordere dagegen von vorne aussen, nach hinten innen. Die Oeffnung liegt nahezu in gleicher Höhe mit der Mitte der Paukenhöhlenaussenwand, der *membrana tympani*.

Was nun den sogenannten *recessus scalae tympani* betrifft, der sich am macerirten Schädel als eine nach hinten gelegene Abtheilung der Paukenhöhle darstellt, im lebenden Zustande aber durch die über den *sulcus recessus scalae* sich hinüberschlagende und bis zum hinteren Umfange der *apertura recessus cavi tympani* sich erstreckende Paukenhöhlen-

schleimhaut von derselben vollkommen abgeschlossen wird, so zeigt sich derselbe weniger durch die constituirenden Bestandtheile und den Bildungsmodus, als durch die darin gelagerten, mannigfaltigen Theile complicirt. Der *recessus scalae tympani* wird in seiner vorderen Begrenzung durch die Hinterwand der Gehörkapsel und den die Hinterwand der Paukenhöhle bildenden Theil der Schleimhaut, in seiner hinteren durch das *occipitale laterale* innen und das *quadratum* aussen, in seiner unteren durch den Boden des *sulcus*, der dem seitlichen Hinterhauptsbein innen, dem Quadratknochen aussen angehört, in seiner Decke durch das knöcherne Dach des *sulcus*, der von demselben Knochen abgegeben wird, gebildet, während dem die Aussenwand durch den hinteren Umfang des Trommelfelles repräsentirt ist und die Innenwand als Lücke hinter der Gehörkapsel existirt (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*) und als *foramen jugulare* die Communication des *recessus scalae* mit der Schädelhöhle vermittelt. Im Bereiche dieser Oeffnung nun, an der Hinterwand der Gehörkapsel ist der *recessus* vollkommen knöchern umschlossen, da sich sowohl oben, wie unten das seitliche Hinterhauptsbein an dieselbe anlegt, während aussen, wie wir wissen, die Paukenhöhlenschleimhaut die Hinterwand des Labyrinthes ersetzt (Taf. XXXIII, Fig. 9 *f*).

Was nun diesen, im Ganzen genommen, einen hohlen Cylinder darstellenden, von der Schädelhöhle bis zum hinteren Theile des Trommelfelles sich erstreckenden *recessus scalae tympani* so besonders complicirt, das sind die vielfachen Oeffnungen, die sich namentlich an der Hinterwand desselben befinden und es ist für mich keine ganz leichte Aufgabe gewesen, diese in ihren einzelnen Beziehungen zu erkennen. Bevor ich jedoch darauf eingehe, möge es mir gestattet sein, die hintere Fläche des Schädels (Taf. XXXI, Fig. 5), die im Wesentlichen von den flügelförmig zu beiden Seiten des *occipitale basilare* (Taf. XXXI, Fig. 5 *A*) sich ausbreitenden *occipitalia lateralia* (Taf. XXXI, Fig. 5 *B*) gebildet wird, mit Bezug auf die dort befindlichen Löcher zu betrachten und es möchte dann, glaube ich, leichter sein, die im *recessus scalae* gelegenen Theile zu erkennen. Die seitlichen Hinterhauptsbeine schliessen sich nach oben an die *squama ossis occipitis*, das *occipitale superius* (Taf. XXXI, Fig. 5 *C*) nach oben aussen an das *os squamosum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *D*), nach vorne aussen und unten an das *os quadratum* an (Taf. XXXI, Fig. 5 *H*). Dieselben zeigen zunächst nach aussen von der Mitte des Umfanges des *foramen magnum* das nach aussen sehende *foramen hypoglossi* (Taf. XXXI, Fig. 5 *e*), das in einen einwärts ziehenden Canal führt. Nach unten und vorne davon finden wir dann eine weite, ovale Oeffnung (XXXI, Fig. 5 *d*) und in dem Grunde derselben vier Löcher, die fast sämmtlich in den *recessus scalae* hineinführen. Das eine von ihnen, das am meisten nach innen und hinten gelegen ist, bildet je-

doch eine Ausnahme. Es ist das *foramen accessorium* für den *accessorius Willisii*, welches in einen medianwärts das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzenden Canal führt, der wie das *foramen hypoglossi* hinter dem *foramen jugulare* in die Schädelhöhle geht. Dann folgt eine tiefer und lateralwärts gelegene, grössere Oeffnung, die schräg nach oben und innen in den *recessus scalae* zieht, das *foramen vagi*. Neben derselben, ein wenig nach aussen und unten, findet sich dann eine feine, ebenfalls in den *recessus* führende Oeffnung, das *foramen faciale*. Eine dritte grosse Oeffnung, die lateralwärts und nach oben davon gelegen und in einen aufwärts ziehenden Canal führt, weiss ich nicht besser, als das *foramen vasorum* zu bezeichnen. Dann findet sich dort, wo der Aussenrand des *occipitale laterale* sich an die Vereinigung des *quadratum* mit dem *squamosum* hinten innen anlegt, eine weite Oeffnung (Taf. XXXI, Fig. 5 *h*), die in einen schräg nach aufwärts und innen ziehenden Canal führt, den man als *canalis ossis quadrati* bezeichnen könnte. Schliesslich zeigt sich noch zu beiden Seiten der Condylen unter der grossen, ovalen Nervenöffnung das *foramen carotideum externum*, durch das die *carotis interna* ebenfalls gegen den *recessus scalae* hinzieht (Taf. XXXI, Fig. 5 *c*).

Verfolgen wir nun vor allem die Oeffnungen, die in dem *recessus* ihre Mündung finden, bis dahin, so sehen wir zunächst, dass der nach innen oben und vorne verlaufende, von dem *occipitale laterale, squamosum* und *quadratum* gebildete *canalis ossis quadrati* weit, trichterförmig im lateralen Theile des *recessus scalae tympani*, nach innen vom hinteren Umfange des Trommelfelles an dem Boden desselben mündet. Von dieser Oeffnung aus sehen wir dann zwei tiefe Furchen, die eine nach oben und innen an der Hinterwand (Taf. XXXIII, Fig. 6 *g*), die andere nach innen und vorne (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*) gegen den *sulcus recessus scalae* ziehen, oder besser, es bildet diese Furche das äussere Ende des *sulcus recessus*, der somit nach aussen, unten und hinten verläuft. Sie trifft mit dem gerade medianwärts verlaufenden Theile des *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*) an einer Oeffnung zusammen, die nach aussen gegen das Trommelfell sehend in einen nach abwärts hinten und innen gehenden, weiten Canal führt, der mit dem *foramen vasorum* in der Tiefe der weiten, ovalen Oeffnung an der Hinterseite des *occipitale laterale* mündet. Der mediane Theil nun des *sulcus* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*), der wie der äussere gegen den *canalis ossis quadrati* hinzieht und nach vorne durch die Paukenhöhlenschleimhaut von der Paukenhöhle abgetrennt ist, ist besonders wichtig. Er ist elliptisch (Taf. XXXIII, Fig. 11 *k*), die Basis medianwärts, die Spitze lateralwärts gegen die eben erwähnte Oeffnung des *canalis vasorum* gewandt, der hinter ihm abwärts geht. Derselbe führt nach hinten von der Hinterfläche der Labyrinthkapsel gegen den medianen Theil des *recessus*, der durch das *foramen jugulare*

in die Schädelhöhle und andererseits an der Labyrinthhinterfläche durch das dort befindliche *foramen rotundum* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *l*) *s. cochleare* in das Innere der Gehörkapsel geht. An dem medianen Ende der Hinterwand dieser Abtheilung des *recessus* befindet sich eine Oeffnung, die in einen schräg nach hinten abwärts das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzenden Canal übergeht, der mit dem *foramen pro nervo faciali* auf bereits beschriebene Weise an der Hinterfläche des Schädels endet und medianwärts davon finden wir dann noch ein *foramen*, das in den schräg abwärts nach hinten gehenden *canalis caroticus* führt, das *foramen carotideum internum*.

Betrachten wir nun nach dieser Darstellung der mannigfaltigen Oeffnungen, die im *recessus scalae tympani* sich finden, diejenigen Theile, die durch dieselben hindurchtreten und wenigstens zum grössten Theile zur Paukenhöhle, oder besser gesagt, zur Paukenhöhlenschleimhaut in Beziehung treten. Die mediane Schädelhöhlenöffnung desselben, das spaltförmige *foramen jugulare*, wird grösstentheils durch die *vena jugularis interna* ausgefüllt, oberhalb welcher dann der mit dem *glossopharyngeus* vereinigte *vagus* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *e*) die Schädelhöhle verlässt. Beide laufen nach hinten abwärts in dem für sie bestimmten Canal, um in der grossen, ovalen Oeffnung an der Hinterseite des Schädels lateralwärts vom *accessorius* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *k*) und lateralwärts vom *hypoglossus* zum Vorschein zu kommen (Taf. XXXIII, Fig. 7 *i*). Erst dann lässt sich der *glossopharyngeus* vom *vagus* als ein vor demselben gelegener Nerv trennen. Diese Nerven haben nun ebenso wenig wie der *nervus hypoglossus* und *accessorius* (Taf. XXXIII, Fig. 9 *b* u. *c*), die ja ausser dem Bereiche des *recessus scalae* das *occipitale laterale* selbständig durchbohrten, irgend welche Beziehungen zur Paukenhöhlenschleimhaut. Anders dagegen steht es mit dem lateralwärts von ihnen, den medianen Theil der Hinterwand des *recessus*, das seitliche Hinterhauptsbein durchbohrenden *facialis*, der ja somit nach aussen von ihnen (Taf. XXXIII, Fig. 7 *h*) an der Aussenfläche des Schädels zum Vorschein kommt und in einem, wenn auch wenig ausgedehnten, knöchernen *canalis Fallopiae* liegt. Nachdem derselbe vorne an der *apertura recessus cavi tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*) in den Bereich der Paukenhöhle gekommen ist, verläuft er oberhalb derselben in dem *sulcus facialis*, bedeckt von der über den *sulcus* sich wegschlagenden Paukenhöhlenschleimhaut, der somit durch dieselbe zu einem *canalis facialis* umgewandelt wird, an der Aussenfläche der Gehörkapsel, nach hinten abwärts (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*) und tritt dann an der Grenze der Aussen- und Hinterfläche des Labyrinthes gegen die Hinterwand des *recessus scalae*, um sie lateral von *vagus* und *glossopharyngeus* zu durchbohren. Während er, bedeckt von der Paukenhöhlenschleimhaut, an der Aussenfläche der

Gehörkapsel nach hinten zieht, liegt er über dem in dem *recessus cavi tympani* gelagerten Ende der *columella*. Ausser diesen so eben genannten Nerven und Gefässen, die an der Hinterfläche des Schädels zum Vorschein kommen und von denen *glossopharyngeus*, *vagus* und *accessorius* Verbindungen eingehen, sehen wir noch weiter nach aussen Nerven und Gefässe gelagert und zwar den *sympathicus* mit dem *ganglion cervicale supremum* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *f*) und dem *ramus tympanicus* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *g*) *glossopharyngei* und einem Aste des *ramus tertius nervi trigemini* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *e*) sammt der *jugularis externa* (Taf. XXXIII, Fig. 7 *b*). Der *ramus tympanicus*, der von dem *sympathicus* Fäden bekommt und somit an der Hinterfläche des Schädels eine Jacobson'sche Anastomose bildet, verläuft hinter dem *facialis* schräg nach oben und aussen zum Trigeminusaste, zur Oeffnung des *canalis ossis quadrati*. Die *jugularis*, die, wie schon Rathke bemerkt, hinter dem Schädel einen queren Verbindungsast zur *interna* (Taf. XXXIII, Fig. 7) abgiebt, liegt an der Innenseite des Unterkieferhakens (Taf. XXXIII, Fig. 7 *a*) und zieht nach vorne zu dem *canalis ossis quadrati*, der ausserdem noch, wie Rathke hervorgehoben, die *arteria temporalis* aufnimmt. Alle diese Theile nun, Jacobson'sche Anastomose mit dem Trigeminusaste, *jugularis externa* und *arteria temporalis*, laufen in dem Canal schräg nach oben vorne und innen und kommen medianwärts vom hinteren Theile des Trommelfelles, am lateralen Theile des *recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *k*), an der Vereinigung der Hinterfläche und des Bodens der Paukenhöhle zum Vorschein, werden von einer Duplicatur der Paukenhöhlenschleimhaut umschlossen und ziehen an derselben in dem aufwärts führenden *sulcus* in die Höhe, laufen dann unter dem Dache (Taf. XXXI, Fig. 3 *g*) in der Schleimhautduplicatur über die *columella* nach vorne innen und abwärts gegen die im medianen Theile der Vorderwand (Taf. XXXI, Fig. 4 *k*) befindliche Oeffnung, die schräg abwärts nach vorne in der Hinterwand des *canalis trigemini* endet. Ob nun, wie mir höchst wahrscheinlich, die Gefässe, *jugularis externa* und *temporalis*, in dem äusseren Theile des *recessus scalae* in den *canalis vasorum* und die dahin führende Furche (Taf. XXXIII, Fig. 6 *i*) Zweige abgeben, vermag ich nicht mit aller Bestimmtheit zu behaupten. Was dann die *carotis interna* betrifft, so verläuft dieselbe in dem für sie bestimmten *canalis caroticus* nach oben und vorne, tritt unter dem medianen Theile des *recessus scalae* an den Boden der Paukenhöhle und verläuft hier, wie Stannius hervorhebt, unter der Schleimhaut derselben von einem Aste des *sympathicus* begleitet, an der Aussenseite der Spitze der Labyrinthpyramide nach vorne, um dann vor derselben gegen die *sella turcica* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *n*) zu verlaufen und sich an dem Gehirne auszubreiten.

Habe ich nun so die Paukenhöhle mit allen ihren complicirten Annexa, so weit mir das bei der Spärlichkeit des Materiales möglich, geschildert, so habe ich nun noch die in derselben befindliche *columella* näher in Betracht zu ziehen. Dieselbe ist zuerst und richtig von SCARPA, Tab. V Fig. XI, dargestellt und ich betrachte sie als einen einfachen, stabförmigen Knochen (Taf. XXXIII, Fig. 11 *b*), dessen ein wenig verdicktes, äusseres Ende in der Mitte der *membrana tympani* (Taf. XXXI, Fig. 3 *f*) befestigt die trichterförmige Hervortreibung derselben bewirkt und welcher median abwärts und nach hinten verlaufend (Taf. XXXI, u. XXXIII, Fig. 3, 4, 11) mit seinem medianen Ende in dem *recessus cavi tympani* gelagert, hier eine elliptische, nahezu in der Sagittalebene (sie weicht hinten nur ein wenig lateralwärts) (Taf. XXXIII, Fig. 11 *l*) gelagerte Platte trägt, die sich in das gleichgestaltete *foramen vestibulare* einfügt. Ich kann mich sonach weder der Darstellung von WINDISCHMANN, noch der von OWEN vollkommen anschliessen, die beide die *columella* aus einer knöchernen und einer äusseren, dreispitzigen Knorpelmasse bestehen lassen, von der OWEN in seiner Schilderung bemerkt, dass sie als Repräsentant des Hammers anzusehen sei und die derselbe auch abbildet. Es wäre denkbar, dass sie durch eine dreieckige Schleimhautfalte getäuscht wären, die horizontal (Taf. XXXI, Fig. 4 *h*) nach innen vorspringend von der Mitte des hinteren Segmentes der *membrana tympani* ausgeht und sich an das laterale Ende der *columella* anheftet, eine Duplicatur, die hier und da, wie auch der äussere Theil der Paukenhöhlenschleimhaut, kleine Pigmentflecke zeigt. Ausser dieser finde ich dann noch eine zweite, viereckige (Taf. XXXI, Fig. 4 *i*), die von dem äusseren Theile der Hinterwand der Paukenhöhle nach vorne abwärts zum medianen Ende des äusseren Drittels der *columella* zieht und die möglicherweise zur Aufnahme des grössten Theiles der Ernährungsgefässe der *columella* bestimmt ist. Ob diese Falten irgend welche Muskelfasern einschliessen, vermag ich nicht zu sagen. CUVIER hat solche in der hinteren Falte entspringend angenommen. Ich habe einigen Grund, daran zu zweifeln.

Bevor ich mich nun zur Beschreibung der folgenden Abtheilung des Gehörapparates, der Gehörkapsel wende, möge es mir nach dieser Schilderung des mittleren Ohres der Crocodile gestattet sein, etwas näher auf die vergleichend anatomischen Verhältnisse desselben einzugehen, um so mehr, weil die Formdifferenzen zwischen den Schildkröten und Vögeln so bedeutend und andererseits auch die Formverhältnisse bei den Crocodilen so complicirte sind, dass es mehr als wünschenswerth nachzuweisen, dass die Unterschiede doch nur quantitative und dass die allgemeine Darstellung, die ich früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche über die in Frage kommenden Theile gegeben, nachdem

dieselben in dieser Classe erkannt, richtig. Wir beginnen zunächst wieder mit der eigentlichen Paukenhöhle.

Wie wir wissen, ist die Paukenhöhle in ihrer einfachsten Form, wie sie bei den Fröschen vorkommt, eine hinter dem *pterygoides* befindliche Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die nach oben und aussen gegen das Trommelfell geht und vorzugsweise im Umfange des *quadratum* befindlich ist, das sich von oben hinten, nach unten vorne um dieselbe krümmt und an dessen Aussenseite in einem eigenen *annulus fibrosus* die *membrana tympani*, befestigt ist. Nur der äussere Theil der *columella* wird von ihr umkleidet, stülpt sich gleichsam von oben her in sie ein. Von der Aussenfläche der Labyrinthpyramide ist die Innenwand der membranösen Paukenhöhle getrennt, da das Kiefersuspensorium, namentlich durch den *processus squamosus prootici*, weit von der Gehörkapsel nach aussen gedrängt ist und der Raum, der später auftretende *recessus cavi tympani*, wird im Wesentlichen durch Muskeln ausgefüllt. Bei den Eidechsen sehen wir dann, dass das gegen das *squamosum* abgegliederte *quadratum* sich gleichzeitig mit demselben an die Spitze des *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* anlegt, während dies bei den Fröschen allein mit dem *squamosum* der Fall und dass das *quadratum* sowohl nach innen, wie nach aussen in die Dicke gewachsen, einmal aussen dem Trommelfell zur Befestigung dient und zweitens medianwärts der Labyrinthaussenfläche genähert wird. Das hat dann zur Folge, dass die wie bei den Fröschen medianwärts von dem unteren Ende des *quadratum* und hinter dem *os pterygoideum* sich ausstülpende Rachenschleimhaut, die Paukenhöhle, deren Communication mit der Rachenhöhle hinter dem Flügelbeine wir ja als *tuba Eustachii* bezeichnen, sich bis zur Labyrinthaussenfläche ausdehnt und sich in die nach hinten unten gewandte Aushöhlung des hakenförmig gekrümmten *quadratum* hineinlegt. Auch hier erreicht dieselbe nach aussen das Trommelfell, das aber nicht länger wie bei den Fröschen von oben innen, nach unten und aussen steht, weil das untere Ende des Quadratbeines weiter nach aussen getrieben ist, als das obere, sondern mehr senkrecht von vorne aussen, nach hinten innen. So bekommt denn die Paukenhöhle, abgesehen von der wie bei den Fröschen unvollständigen, durch das *quadratum* gebildeten Vorderwand, die aber bei den Eidechsen ausgedehnter erscheint, in Folge der grossen Massenentwicklung des Knochens von aussen nach innen ein durch den *processus squamosus prootici s. tegmen tympani* gebildetes, vollständig knöchernes Dach, während der Boden sowohl wie die Hinterwand ausschliesslich aus Weichtheilen bestehen. Auch die *tuba* hat nur vorne das *pterygoides* als knöchernes Widerlager. Da wir nun sehen, dass das *quadratum* sich nicht direct mit dem Aussenrande des Labyrinthes verbindet, ebensowenig wie das

mit den Fröschen der Fall, und wir von den Batrachiern wissen, dass die Paukenhöhle sich ursprünglich an das *quadratum* hält und zwischen diesem Knochen und der Aussenwand der Gehörkapsel der Raum des *recessus cavi tympani* befindlich, so können wir bei den Eidechsen in Wirklichkeit die Paukenhöhle in ein eigentliches *cavum tympani* aussen, und einen *recessus cavi* innen theilen, von denen sich jenes so weit wie das Quadratbein ausdehnt, während letzterer zwischen der Innenwand des *quadratum* und der Aussenwand der Gehörkapsel befindlich ist. Das Homologon des *recessus cavi* bei den Fröschen ist also bei den *Lacerten* mit in den Bereich der Paukenhöhle gezogen. Zudem zeichnet sich derselbe bei diesen Thieren dadurch aus, dass er weiter wie die eigentliche Paukenhöhle erscheint und dass derselbe, da das *foramen ovale* schon ein wenig in die Tiefe gesunken, an dieser Stelle eine Einsenkung an der Labyrinthaussenfläche besitzt. Die *columella* ist bei dieser Ausdehnung der Ausstülpung der Rachenschleimhaut vollständig von derselben umhüllt und es hat den Anschein, als sei sie im Binnenraume des *cavum tympani* frei suspendirt, während sie sich doch nur von oben her tief in die Schleimhaut desselben eingestülpt.

Bei den Schildkröten und namentlich bei *Chelonia* sehen wir ähnliche Verhältnisse, immerhin aber weitere Fortschritte. Das noch weiter medianwärts gewachsene, unter dem *squamosum* befindliche *quadratum* verbindet sich nicht nur durch Hülfe des schon kleiner gewordenen *processus squamosus prootici* mit dem oberen Rande der Aussenfläche der Gehörkapsel, sondern auch mit dem oberen Theile des vorderen, und zugleich wächst das *os pterygoides* mit dem mit ihm verbundenen unteren Ende des *quadratum* von der Labyrinthkapsel so weit nach hinten, dass die hinter dem Flügelbeine und medianwärts vom *quadratum* mittelst der *tuba* sich ausstülpende Rachenschleimhaut sich nicht blos oben an den Schuppenfortsatz der Gehörkapsel und den oberen Theil des *quadratum*, sondern auch mit ihrer ganzen Vorderwand an das *quadratum* und mit ihrer Unterwand an das *pterygoides* innen, an das *quadratum* aussen anlegt, so dass die eigentliche im Bereiche des Quadratbeines befindliche Paukenhöhle, die nach aussen bis an das noch immer seine ursprüngliche Stellung einnehmende, aber nicht mehr ausschliesslich an das *quadratum*, sondern schon an die Nähte zwischen *quadratum, squamosum* und *quadratojugale* angeheftete Trommelfell anstösst, nicht blos ein knöchernes Dach, und eine knöcherne Vorderwand, sondern auch einen knöchernen Boden besitzt. Auch der dem *recessus* der Paukenhöhle der Frösche und Eidechsen homologe, weitere, mediane Raum, der im Bereiche des *foramen vestibulare* an der Aussenfläche der Labyrinthkapsel eine schon etwas tiefere Einziehung wie bei den Eidechsen besitzt, der namentlich oben vorne ausgedehnt ist, zeigt ebenfalls oben, vorne und

unten knöcherne Begrenzungen. Nur die Hinterwand dieser beiden Abtheilungen des *cavum tympani* wird wenigstens bei *Chelonia* ausschliesslich aus der Paukenhöhlenschleimhaut gebildet, allein bei *Emys* und noch mehr bei *Testudo* wird auch die Hinterwand der eigentlichen Paukenhöhle immer mehr knöchern, da sich hinten das *quadratum* beinahe zu einem vollständigen Ringe schliesst. Bei *Emys* sowohl, wie bei *Testudo* begiebt sich ferner die Paukenhöhlenschleimhaut in eine tiefe Höhle hinein, die sich medianwärts vom Trommelfelle im *quadratum* und *squamosum* findet. Das Trommelfell erscheint noch immer von Integument überlagert. Die *tuba* der Schildkröten ist, wie bei den Fröschen und Eidechsen, nur häutig und weit lateralwärts gelagert, da sich ja, wie ich das bei den Schlangen eines Weiteren auseinandergesetzt, die Ausstülpung der Rachenschleimhaut immer medianwärts von dem *quadratum*, hinter dem *pterygoides* befinden muss und letzterer Knochen, gerade wie es bei den Amphibien und den Eidechsen der Fall, das Quadratbein weit nach aussen drängt.

Wie stellt sich nun das Verhältniss bei den Crocodilen? Die Grunderscheinung, an die wir uns halten müssen, ist die, dass das *pterygoides* (Taf. XXXI, Fig. 5 *F*) ganz aus dem Bereiche derjenigen Knochen geschoben wird, die sich als knöcherne Wandungen der Paukenhöhle um die Ausstülpung der Rachenschleimhaut herumlegen und zwar geschieht dies durch das den Höhepunct seiner Entwicklung in der Wirbelthierreihe erreichende *os quadratum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *H*). Dieses hat sich, unter dem *squamosum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *D*) gelegen, mit diesem Knochen nicht blos weiter nach innen, sondern auch nach Bildung des Trommelfelles weiter nach aussen entwickelt und bildet somit, wie ich es bereits auseinandergesetzt, einen Vorbau vor demselben, in den sich das äussere Integument hineinstülpt, einen *meatus auditorius externus*. Das *quadratum* verbindet sich nun nicht blos mittelst eines *processus squamosus* mit der Schuppe und mittelst eines *processus tympanicus* innen mit der oberen und vorderen Kante der Aussenfläche der Gehörkapsel, an der ein *processus squamosus prootici s. tegmen tympani*, wie das bei der successiven Reduction, die derselbe in der Classe der Reptilien erfährt, nicht überraschen kann, kaum angedeutet ist, sondern es erstreckt sich auch nach unten medianwärts bis an das untere Ende der Labyrinthaussenfläche und den dort befindlichen oberen äusseren Rand des *occipitale basilare* und des *sphenobasilare posticum* (Taf. XXXI, Fig. 5 *A*, *G*). So wird der Aussenrand des *os pterygoideum*, der sonst die Verbindung mit dem *quadratum* vermittelte, aus der Verbindung mit der Innenfläche des unteren Theiles dieses Knochens und zwar wahrscheinlich durch die mächtig entwickelte Flügelkiefermuskulatur *(pterygoidei)* nach abwärts gedrängt und wir sehen denselben,

wie sonst an der Seitenfläche des *basisphenoidale* und *basioccipitale* entspringend, flügelförmig ab- und lateralwärts ragen und unter der Schädelbasis die *Choanen* schliessen. Durch dieses Verhalten des *quadratum* muss die Lage der Stelle, wo sich die Rachenschleimhaut gegen das Trommelfell ausstülpt, eine ganz veränderte werden. Dieselbe kann sich, wie wir wissen, nur medianwärts vom *quadratum*, hinter dem *pterygoides*, das übrigens hier, da es weit nach abwärts geschoben und von Muskeln dicht überlagert erscheint, unmöglich in Betracht kommen kann, bilden, da nur dort ein Raum erscheint und so ist es denn nur im Bereiche des hinteren Theiles der Schädelbasis, an dem sich das *quadratum* anfügt, medianwärts von demselben möglich, und da dieser Theil sehr schmal, die beiden *quadrata* also einander ausserordentlich genähert sind, so werden auch die beiden *tubae*, die den Beginn der Ausstülpung repräsentiren, nahe an einander gelagert sein und leicht in einer nachträglichen Einsenkung der Rachenschleimhaut hinter den *Choanen*, die ja von den *pterygoidei* gebildet werden, zu liegen kommen. Da nun dort die beiden Knochen, *basisphenoidale* und *occipitale basilare*, zusammenstossen, so würde sich die Ausstülpung, entsprechend deren Naht, nach oben aussen und medianwärts von der mächtigen Flügelkiefermuskulatur zum Trommelfell begeben und sich sackartig zum häutigen *cavum tympani* ausbreiten können und dabei ist es denn wohl nicht überraschend, dass die an der Vereinigung der beiden, den hinteren Theil der Schädelbasis constituirenden Knochen gelegenen Communicationsröhren mit dem Rachen, die *tubae* von ihnen umwachsen werden. So sehen wir denn bei diesen Thieren zum ersten Male eine knöcherne *tuba* auftreten und da die Ausstülpung sich immer zwischen dem ersten und zweiten Kiemenbogen, aus welchem letzteren sich ja die *columella* entwickelt, befindet, so ist es einmal nicht überraschend, dass bei den Fröschen die Paukenhöhle sich vor der *columella* gegen das Trommelfell begiebt und dass zweitens die *tuba* bei den höheren Wirbelthieren sich vor der Einfügung der *columella* an der Aussenfläche der Gehörkapsel und somit vor dieser in die Paukenhöhle öffnet, niemals dagegen hinten, und das ist im Gegensatze zu den Anschauungen OWEN's ein weiterer Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung der *tuba* der Crocodile als einer einfachen, vor dem Labyrinthe endenden Röhre.

Statt des *pterygoides*, das bei den Schildkröten den Boden des *recessus cavi tympani* bildet, hat man sich nun bei den Crocodilen das *quadratum* zu denken, während die Hinterwand bei diesen Thieren noch immer durch Weichtheile, durch die Paukenhöhlenschleimhaut, gebildet wird, allein die Scheidung zwischen dem eigentlichen *cavum tympani* und dem *recessus* in der Weise, wie sie bei den Schildkröten noch existirt, ist bei den Crocodilen nicht durchführbar, und das geht ja schon

daraus hervor, dass das *quadratum*, an das sich die eigentliche Paukenhöhle hält, bis an die Aussenfläche der Gehörkapsel medianwärts gewachsen ist und sich so gut wie unmittelbar an dieselbe anlegt. Sie hat sich also mit diesem Knochen bis an die Labyrinthaussenfläche zu einem grossen Raume erweitert und als letzter Rest des *recessus cavi* existirt dann nur die Einsenkung desselben im Umfange des *foramen vestibulare* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *d*). Hatte nun aber schon bei den höheren Schildkröten (*Emys* und *Testudo*) die Paukenhöhle Nebenräume, so ist das auch hier bei den Crocodilen der Fall. Die eine, der der Schildkröten homolog, nimmt ihren Beginn unmittelbar nach innen vom Trommelfelle, am oberen hinteren Segmente desselben und höhlt das *squamosum* und *occipitale superius* aus, die andere dagegen findet sich an der Innenwand der Paukenhöhle hinten und oben und durchsetzt oberhalb der Labyrinthpyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8) *occipitale superius* und *parietale* und öffnet sich in die der anderen Seite. Das ist dadurch möglich, dass sich, wie wir das schon bei den Schildkröten und im hohen Grade namentlich bei *Testudo* sahen, oberhalb der Oberfläche der Gehörkapsel das *parietale* und *occipitale superius* mit ihren lateralen, unteren Rändern und das *squamosum* mit seinem inneren Rande einander immer mehr nähern, um sich dann bei *Testudo*, wie bei den Crocodilen vollkommen zu berühren. Gleichzeitig aber werden nun die Knochen bei diesen Thieren beträchtlich dicker und dann mit dem *occipitale laterale* vom oberen inneren Theile der Paukenhöhle her ausgehöhlt. Durch diese oberhalb der Ohrkapsel, unter dem *parietale* und *occipitale superius*, die an der Schädeloberfläche mit dem *squamosum* verbunden sind, befindliche Aushöhlung werden beide Knochen aus ihrer Verbindung mit dem Labyrinthe nahezu gelöst und das ist ausserordentlich interessant, weil wir wissen, dass, wie ich das früher in der Arbeit über das Gehörorgan der Frösche ausführlicher erörtert, bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen das *squamosum*, *occipitale superius* und *parietale* ganz aus dem Bereiche derselben fallen. Ebenso interessant ist die hinter dem Trommelfelle befindliche Oeffnung der Aushöhlung des *squamosum*. Durch dieselbe wird oben, im Bereiche des äusseren Theiles der Paukenhöhle in dem ringförmigen *quadratum* eine Lücke geschaffen, in der das *squamosum* zum Vorschein kommt und zum ersten Male auf kleiner Strecke das Dach der Paukenhöhle bildet und das ist wesentlich, weil wir damit zu den Verhältnissen der Vögel geleitet werden. Es ist die erste Andeutung einer ausgedehnten Theilnahme des *squamosum* an der Bildung des *cavum tympani*, wie wir sie bei den höchsten Wirbelthieren bis zu den Menschen empor finden. Denkt man sich diese Lücke nach hinten abwärts grösser geworden, so wird ja das *quadratum* immer weiter nach vorne gedrängt, hinten aus seinen Verbindungen mit dem *squamosum* und dem *occipitale laterale* gelöst und diese

Knochen müssen nun, wie sie es in der That thun, an der Stelle des Quadratbeines oben und hinten die Begrenzung der Paukenhöhle bilden. Denkt man sich aber nicht blos das *quadratum* von hinten nach vorne, sondern auch von innen nach aussen reducirt, so würde sich ja auch die Verbindung mit den Knochen der Schädelbasis lösen und der Knochen aufhören, den Boden der Paukenhöhle zu bilden und auch das ist bei den Vögeln der Fall, nachdem schon bei den Crocodilen das *pterygoides* ganz ausser Betracht kam, das in seinen alten Beziehungen zur Flügelkiefermuskulatur und den neuen, die Umgrenzung der *Choanen* beharrt. Statt dessen wächst das *sphenobasilare* als der zunächst befindliche Knochen, der das *occipitale basilare* durch sein Wachsthum nach hinten aus den Bereich der Gehörkapsel und der Paukenhöhle gedrängt hat, nach aussen und umschliesst dann naturgemäss ausschliesslich den Beginn der Ausstülpung der Rachenschleimhaut, die *tubae*, die sich an ähnlicher Stelle wie bei den Crocodilen befinden, und bildet unten den Boden der Paukenhöhle. So sehen wir denn, wie bei den niederen Vögeln nur mehr die Vorderwand der Paukenhöhle durch das *quadratum* gebildet wird, während bei den höheren Vögeln auch dieses ausscheidet und an die Stelle desselben das *sphenobasilare*, oder bei Menschen und Säugern das *os tympanicum* tritt, das sich dann wieder mit dem ein wenig deutlicher zum Vorschein kommenden *processus squamosus* der Gehörkapsel, dem *tegmen tympani*, verbindet, wie es das *quadratum* bei den niederen Formen that. Die Einsenkung im Bereiche des *foramen ovale*, der Rest des *recessus cavi*, ist bei den Vögeln auch beträchtlich tiefer geworden, um dann, wie wir wissen, bei den Säugern und den Menschen sich wieder zu erweitern und zu verflachen und an der Innenwand der Paukenhöhle bis auf die unbedeutende Nische im Bereiche des *foramen ovale* mit allen bei den Vögeln darin befindlichen Theilen *(foramen rotundum)* sichtbar zu werden. Was ferner die bei den Crocodilen noch grösstentheils häutige Hinterwand des *cavum tympani* betrifft, so ist dieselbe bis auf die sogenannte *membrana tympani secundaria*, die bei den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum* die Hinterwand des *recessus cavi tympani* mit bilden hilft, durch das *occipitale laterale* ersetzt, während dagegen bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen das mit dem *opistoticum* vereinigte seitliche Hinterhauptsbein, die *pars mastoidea ossis petrosi*, ausschliesslich die Hinterwand bildet und die *membrana tympani secundaria* entweder im *recessus cavi*, oder wie bei Menschen und Säugern wegen der Reduction des *recessus* auf den Umfang des *foramen ovale* an der Paukenhöhleninnenwand das *foramen rotundum s. cochleare* deckt.

Dies wäre das, was ich mit Bezug auf die Paukenhöhle und die *tuba Eustachii* den allgemeinen vergleichend anatomischen Bemerkungen, die

ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche niedergelegt, ergänzend hinzufügen möchte. Betrachten wir jetzt in gleicher Weise den *recessus scalae tympani*, so wissen wir ja, dass derselbe zuerst bei den Schlangen deutlich nachweisbar dadurch sich geltend macht, dass das *occipitale laterale* von der hinteren Begrenzung des *foramen jugulare* angefangen, hinter der Gehörkapsel ein wenig lateralwärts in die Breite wächst und dadurch mit der Hinterwand des Labyrinthes einen kurzen Canal bildet, in den von vorne her das *foramen rotundum*, von innen her das *foramen jugulare* allenfalls mit dem *foramen glossopharyngei* mündet und der an der Schädelhinterfläche sich öffnet und ausser dem *glossopharyngeus* und der *jugularis posterior s. interna* wahrscheinlich auch den *saccus perilymphaticus* enthält. Der *recessus* ist aber immer noch so wenig ausgebildet, dass seine Vorderwand nur von dem medianen Theile der hinteren Fläche der Gehörkapsel gebildet wird, während dann bei den Eidechsen durch das weitere Wachsthum nach aussen die ganze Hinterfläche von dem *occipitale laterale* bedeckt wird und somit wird das äussere Ende des *recessus scalae tympani* an den inneren, hinteren Theil des *recessus cavi* anstossen und durch dessen Schleimhaut von dem Binnenraume desselben abgeschlossen werden. Ebenso zeigt sich auch das Verhalten bei *Chelonia*, nur mit dem Unterschiede, dass jetzt auch der *vagus* in den Bereich des *recessus* zu liegen kommt. Bei *Emys* und bei *Testudo* sehen wir dagegen das *occipitale laterale* und somit den *recessus* über den Bereich der Ohrkapsel noch weiter nach aussen, also hinter den *recessus cavi tympani* gewachsen, jedoch finden wir, dass derselbe sich nur hinter der medianen Hälfte der Hinterwand, die durch die Paukenhöhlenschleimhaut gebildet wird, ausdehnt und während, soweit ich gesehen, keine weiteren Theile zu den bisher aufgeführten in dem Raume zu liegen kommen, so durchbohren jetzt *vagus* und *glossopharyngeus* getrennt die knöcherne Hinterwand des *recessus scalae tympani*, das seitliche Hinterhauptsbein. Existirt nun selbst bei den am höchsten stehenden Schildkröten, den *Testudines*, immer noch ein Raum zwischen dem *quadratum*, das die eigentliche Paukenhöhle umschliesst und dem lateralen Ende des seitlichen Hinterhauptsbeines und somit des *recessus scalae*, der durch die äussere Hälfte der Schleimhauthinterwand des *recessus cavi tympani* ausgefüllt wird, über welche dann die in demselben gelagerten Gefässe und Nerven (*facialis*) wegziehen können, worauf ich alsbald wieder zu sprechen komme, so sehen wir dagegen bei den Crocodilen auch über diesen Rest des Raumes zwischen seitlichem Hinterhauptsbeine, somit dem *recessus scalae* und dem *quadratum*, das *occipitale laterale* mit dem *recessus scalae* sich erstrecken, an das Kiefersuspensorium anstossen und diejenigen Theile aufnehmen, die hinter der

Paukenhöhlenschleimhaut wegziehen, also *jugularis externa, arteria temporalis, nervus facialis,* der Ast des *trigeminus* mit dem *ramus tympanicus glossopharyngei,* die dann mehr oder minder von einander getrennt bis medianwärts von dem *quadratum (canalis ossis quadrati)* das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzen. Ja nicht blos an das *quadratum* stösst das *occipitale laterale,* sondern auch nach oben an das *squamosum* und dies Verhalten ist deswegen so ausserordentlich interessant, weil ja von den Vögeln angefangen eine solche Verbindung vorhanden, die bei dem grössten Theile der Reptilien und den Fröschen fehlt. Der *recessus scalae* hat nun somit bei den Crocodilen eine Ausdehnung gewonnen, die sich vom *foramen jugulare* an der Schädelhöhlenseitenwand angefangen, über die ganze ausgedehnte Hinterwand der Paukenhöhle bis zum Trommelfelle erstreckt und damit ist der Höhepunct der Entwicklung erreicht. Die Ausdehnung erscheint überraschend und dennoch ist nichts Wunderbares darin, sondern es ist eine natürliche Consequenz des Verhaltens der Theile, die den *recessus scalae tympani* erfüllen, ebenso wie es auch die Verkleinerung des Raumes bei den Vögeln ist. Bei diesen Thieren rücken die bei den Crocodilen lateralwärts in demselben gelagerten Gefässe und Nerven aus alsbald auseinander zu setzenden Gründen weiter medianwärts gegen die Aussenfläche der Gehörkapsel, gegen den *facialis* und kommen demnach mit diesem ausserhalb des Schädels zum Vorschein. Somit würde der grössere, äussere Theil des *recessus scalae* leer sein, wenn sich nicht die Paukenhöhlenschleimhaut, die ja bei den Crocodilen die Vorderwand des lateralen Theiles des *recessus scalae* bildet, an die Hinterwand desselben, das seitliche Hinterhauptsbein anlegte und dieses somit in den Bereich des *cavum tympani* zöge. Demnach wird der *recessus scalae* von aussen nach innen und zwar bis an die hintere Kante der Aussenfläche der Ohrkapsel reducirt und somit wäre dann der *recessus scalae* auf die Hinterwand der Gehörkapsel und auf das an dem vorderen Theile desselben befindliche *foramen rotundum* beschränkt und das ist in der That bei den niederen Vögeln der Fall, wenn wir noch hinzusetzen, dass nicht blos von aussen nach innen, sondern auch von innen nach aussen, vom *foramen jugulare* längs der Hinterfläche der Ohrkapsel der *recessus scalae* bis zum Umfange des *foramen rotundum* und der anliegenden *jugularis posterior s. interna* eingeengt wird und zwar dadurch, dass rings um *vagus* und *glossopharyngeus*, respective *facialis,* die ja im *recessus* liegen, das *occipitale laterale* mit dem *opistoticum* verschmilzt, so dass diese Nerven hinter der Ohrkapsel in eigenen Knochenröhren des seitlichen Hinterhauptsbeines peripherisch weiter verlaufen. Schliesslich sehen wir bei den höheren Vögeln, den Menschen und Säugern den *recessus scalae* noch dadurch weiter reducirt, respective verschwinden, dass auch um die *jugularis opistoticum* und

occipitale laterale verwachsen, so dass der *recessus scalae* nur auf den Umfang des *foramen rotundum* beschränkt ist. Bei den höheren Vögeln und den Säugern verschwindet derselbe aber dadurch, dass sich die immer seine Vorderaussenwand bildende Paukenhöhlenschleimhaut wegen einer Drehung, die, wie wir wissen, das *foramen rotundum* nach vorne aussen erfährt, über dasselbe als *membrana tympani secundaria* weglegt und es verschliesst, so dass, wie bei den niederen Vögeln, zwischen derselben und dem runden Fenster, kein Raum mehr bleibt, der als *recessus scalae* in Anspruch genommen werden könnte, wie ich das früher bereits ausführlich auseinandergesetzt.

Ich deutete schon vorhin auf Beziehungen zwischen Gefässen, Nerven und dem *recessus scalae tympani* hin, habe auch bereits bei den Crocodilen, wenn auch nicht endgültig feststehend und allseitig genügend, was nur bei reichlicherem Untersuchungsmaterial möglich, eine Schilderung des Verhaltens der Gefässe und Nerven des mittleren Ohres versucht und ich will es jetzt wagen, diese Kenntnisse vergleichend anatomisch zu verwerthen. Es soll das eben nur ein Versuch sein und als solchen, als eine Anregung zu weiteren Studien auf diesem interessanten Gebiete, möge man ihn betrachten. Keiner vermag mehr wie ich zu erkennen, wie grosse Lücken die folgende Darstellung hat, wie vielfach schwankend die Stützen des Gebäudes sind, möge man daher Nachsicht üben und mögen kommende Forscher, die Besseres und Gesicherteres zu bieten vermögen, nicht allzu hart urtheilen, wenn Manches sich als nicht ganz richtig herausstellen sollte. Es soll ja nur der Weg angedeutet werden, auf dem fortgeschritten werden muss.

Bei den Batrachiern sehen wir über die *columella* einen Ast des *trigeminus*, den *petrosus superficialis minor*, verlaufen, der vielleicht mit einem Aste des *facialis* anastomosirt und hinter der Paukenhöhle mit dem *glossopharyngeus* und dem *sympathicus* die Jacobson'sche Anastomose bildet. Gleichzeitig mit diesem Aste, den ich übrigens schon bei den *Perennibranchiaten* in Andeutungen gesehen, ziehen wie bei *Siredon* nach vorne zur Trigeminusöffnung Gefässe. Diese Theile liegen bei den Fröschen ausserhalb des Bereiches der Paukenhöhle oben und medianwärts von derselben in dem Homologon des *recessus cavi tympani*, dem Raume zwischen Aussenfläche der Gehörkapsel und Innenwand der Paukenhöhle. Bei den Eidechsen ist dasselbe der Fall, nur sehen wir, dass bei diesen Thieren, bei denen der *recessus cavi* bereits im Bereiche der Paukenhöhlenschleimhaut liegt, der Ast des *trigeminus*, der sich wohl mit dem zur Temporalgrube emporsteigenden Aste des *facialis* verbindet, unter dem *processus squamosus* der Gehörkapsel über die Schleimhaut des *recessus cavi* weg zur Hinterwand desselben sich begiebt, um dort mit Hülfe des *glossopharyngeus* und des *sympathicus* die Jacobson'sche

Anastomose zu bilden. Bei den Schildkröten und zunächst bei *Chelonia* sehen wir dann, da bei diesen Thieren der *recessus cavi* vorne eine knöcherne Wandung bekommt, wie diese am unteren Ende, am Uebergange zum knöchernen, vom *pterygoides* gebildeten Boden von dem Trigeminusaste, dem kleinen *petrosus superficialis* und der *jugularis externa* durchbrochen wird, von denen dann der Nerv unter dem Dache des *recessus* über der *columella* nach hinten verläuft und dort an der Hinterwand die Jacobson'sche Anastomose bildet, während die Vene wohl am Boden auswärts ziehend in einen Canal tritt, der an der Innenseite der Basis des Gelenktheiles des *quadratum (canalis ossis quadrati)* mündet. Dieser Canal, finde ich, fehlt sowohl *Emys* wie *Testudo* und vielleicht begeben sich bei ihnen die Gefässe mit dem Aste des *trigeminus* unter dem Dache des *recessus* und oberhalb der Schleimhaut desselben an die Hinterwand, um dann, wie bei *Chelonia*, weiter zu verlaufen. Dann wäre auch das Verhalten bei den Crocodilen erklärlich, bei denen der Canal des *quadratum*, der ausserdem auch durch das seitliche Hinterhauptsbein gebildet wird, und der den *petrosus superficialis minor* und den mit ihm verbundenen *ramus tympanicus glossopharyngei*, die *jugularis externa* und die *arteria temporalis* aufnimmt, wieder vorhanden, die unter dem Dache der Paukenhöhle über die *columella* und oberhalb der Schleimhaut des *cavum tympani* nach vorne verlaufen und theilweise in die schon bei den Schildkröten gebildete Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle gegen das *foramen trigemini* zu verlaufen. So sehen wir denn wie bei den Amphibien und Reptilien die Jacobson'sche Anastomose hinter der Paukenhöhlenschleimhaut, sei es an der Hinterwand des *recessus cavi*, sei es an der der Paukenhöhle selber gebildet wird und dass das Product derselben, das Homologon des *petrosus superficialis minor* der Menschen über die *columella*, oberhalb der Schleimhaut des *cavum tympani* entweder einfach, wie bei den Amphibien, an die Vorderwand gegen den *trigeminus* zieht und vielleicht mit dem *facialis* anastomosirt, oder entweder die Vorderwand allein, wie bei den Schildkröten, oder wie bei den Crocodilen mit den Gefässen auch die Hinterwand im *canalis ossis quadrati* durchbricht, um dabei überhaupt von hinten und aussen nach vorne und innen zu verlaufen. Bei allen diesen Thieren wie wir das namentlich bei den Crocodilen sehen, ist wegen der Ausdehnung des *quadratum* auch das *cavum tympani* mit dem *recessus* von innen nach aussen ausserordentlich ausgedehnt, allein in demselben Augenblicke, wo wir dieselbe sich wegen der Veränderungen, die mit dem *quadratum* bei den Vögeln vor sich gehen, verengen sehen und das geschieht von aussen nach innen, muss die Lage des aus der Jacobson'schen Anastomose sich entwickelnden Nerven und dieser selbst sich verändern und nach innen rücken und so kann es nicht überraschen,

dass wir ihn mit dem *nervus facialis* zusammen oberhalb des *foramen vestibulare*, gegen die Austrittsstelle desselben an der Schädelbasis verlaufen finden. Demnach ist der Nerv dem *glossopharyngeus* ausserordentlich genähert und derselbe wird somit nicht wie bei den niederen Thieren den *ramus tympanicus* hinter die Paukenhöhle weg nach aussen zu schicken brauchen, sondern kann den *petrosus superficialis minor* dadurch erreichen, dass er wie auch der *sympathicus* seinen Ast aufwärts in den *canalis Fallopiae* schickt. So sehen wir denn die Jacobson'sche Anastomose nicht länger im Bereiche der hinteren Paukenhöhlenwand, sondern im Facialcanal oder am *foramen stylomastoideum* liegen. Anders dagegen das Verhalten des *petrosus superficialis minor* und der Jacobson'schen Anastomose bei den Säugern und den Menschen, bei denen ja dieselben im Bereiche der Paukenhöhle an der knöchernen Innenwand, bekleidet von der Schleimhaut derselben und vor dem *foramen ovale* gelagert sind. Der Grund davon möchte unter anderem vor allem in der mächtigen Entwicklung der *vena jugularis posterior s. interna* zu suchen sein, die sich zwischen die Durchtrittsstellen des *vagus*, *glossopharyngeus* und des *facialis*, dem *foramen stylomastoideum* legt und so sehen wir denn, da bei den Säugern und Menschen der Boden der Paukenhöhle, an dessen Innenwand der *petrosus superficialis minor* etwas unterhalb des knöchern verschlossenen *canalis Fallopiae* auch bei ihnen gelagert ist, der Durchtrittsstelle des *glossopharyngeus* sehr genähert, so dass der *ramus tympanicus*, um auf dem kürzesten Wege den *petrosus* und die sympathischen Fäden zu erreichen, den Boden derselben durchbricht und somit statt auf weitem Umwege um die *jugularis* herum das *foramen stylomastoideum* und somit den *canalis facialis* zu erreichen, die Jacobson'sche Anastomose an der knöchernen Innenwand der Paukenhöhle bildet.

Was nun den Stamm des *facialis* betrifft, so haben wir ja bei den Amphibien gesehen, dass er entweder, wie bei den *Batrachiern*, durch das *foramen trigemini* tritt, oder, wie bei *Siredon*, an der Vorderwand des *vestibulum* von innen nach aussen die Labyrinthkapsel durchsetzt, um dann in seine Zweige zu zerfallen, von denen vielleicht einer zum Trigeminusaste, dem *petrosus minor*, zieht. Bei den Fröschen finden sich seine Hauptäste jedenfalls vor der Paukenhöhle. Bei den Schlangen sehen wir dann bereits, nachdem der *facialis* den von innen nach aussen das *prooticum* vor dem *vestibulum* durchsetzenden Canal verlassen, einen starken Ast über das innere Drittel der *columella* nach hinten sich erstrecken und bei den Eidechsen findet nach Leydig[1]) dasselbe statt, nur dass wir hier in dem *sulcus canalis Fallopiae*, oberhalb des *foramen*

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.

vestibulare an der Aussenfläche der Gehörkapsel ein starkes Gefäss, von der Paukenhöhlenschleimhaut bedeckt, gelagert finden, welches wohl bei den Schlangen mit dem *facialis* über das Gehörknöchelchen zieht. Bei den Crocodilen finden wir dann den *facialis* mit diesem Gefässe bedeckt von der Schleimhaut der Paukenhöhle, oberhalb der *apertura recessus cavi* und somit des *foramen ovale* in dem *sulcus canalis Fallopiae* ziehen und so biegt derselbe *(genu)*, nachdem er den von innen nach aussen das *prooticum* vor dem Vorhof durchsetzenden *canalis Fallopiae* verlassen, rechtwinklig nach hinten abwärts, kommt dann in dem *recessus scalae* zu liegen und durchsetzt jetzt die Hinterwand desselben, das seitliche Hinterhauptsbein, um an der Hinterfläche des Schädels zum Vorschein zu kommen. Diese canalartige Durchbohrung ist die erste Andeutung eines *canalis stylomastoideus*, des unteren, absteigenden Theiles des *canalis facialis* der Säuger und des Menschen. Somit hat der *canalis facialis* drei Abtheilungen, den von innen nach aussen durch das *prooticum*, vor dem *vestibulum* ziehenden, knöchernen Canal, den durch die Paukenhöhlenschleimhaut zu einem Canale vervollständigten, von der äusseren Oeffnung der ersten Abtheilung von vorne nach hinten über das *foramen ovale* verlaufenden *sulcus canalis Fallopiae*, der bei den Crocodilen tiefer als bei den Eidechsen und Schildkröten ist und endlich die abwärts nach hinten verlaufende, das seitliche Hinterhauptsbein durchsetzende Fortsetzung, den knöchernen *canalis stylomastoideus*. Bei den Vögeln ist das Verhalten dasselbe, nur dass der *sulcus canalis* noch tiefer erscheint, da der Canal ja auch den *petrosus superficialis minor* den *ramus tympanicus* und die *chorda tympani* aufnimmt, und dass der *canalis stylomastoideus*, die dritte Abtheilung, ausgedehnter. Bei den Säugern und den Menschen ist dann ein wesentlicher Unterschied der, dass der *facialis* vollkommen knöchern umschlossen wird und das geschieht im Bereiche des *sulcus canalis Fallopiae*, oberhalb des *foramen vestibulare* durch das Auftreten einer umhüllenden Knochenmasse. Somit wird der Antlitznerv vollkommen von der Paukenhöhle und deren Schleimhaut abgetrennt, zugleich wird aber damit auch der *petrosus minor* von ihm nach unten abgeschieden. Er läuft im Uebrigen auch hier an dem *vestibulum* vor demselben, dann nach aussen oberhalb des *foramen ovale* nach hinten abwärts und durchbricht die vom *occipitale laterale* abgetrennte, mit dem *opistoticum* verbundene, äussere Partie, die *pars mastoidea*. Der mittlere, an der Aussenfläche der Labyrinthkapsel gelegene Theil des *canalis* ist also der letzte, der in der Thierreihe knöchern verschlossen erscheint und seine Vollendung erreicht, und die Ursache der innigen Anlagerung der Nerven an die Innenwand der Paukenhöhle, der Aussenwand der Gehörkapsel, liegt in dem immer mehr zunehmenden Engerwerden der Paukenhöhle von aussen nach innen.

Dann möchte ich noch mit einigen Worten der *carotis interna* gedenken. Bei den Amphibien sehen wir dieselbe, nachdem sie unten und ein wenig nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide, bedeckt von der Schleimhaut des Rachens und an dem *parasphenoidale* gelegen, weggezogen, gegen das *foramen carotideum*, vor der Gehörkapsel verlaufen und sich in die Schädelhöhle begeben. Bei den Eidechsen ist, wie CLASON geschildert, etwas Aehnliches der Fall, insofern die *carotis interna* durch den im *sphenobasilare* befindlichen *canalis vidianus* gegen das *foramen trigemini* geht. Dagegen treffen wir, von den Schildkröten angefangen, ein Verhalten, das für die Betrachtung der Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren von Wichtigkeit. Die *carotis* tritt an den medianen Theil der hinteren Kante des *pterygoides*, durchsetzt dieses nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide verlaufend nach vorne und innen, um an der *sella turcica* zu enden. Da bei den Crocodilen das *pterygoides* von dem *occipitale laterale* überdeckt wird, so tritt die *carotis* wieder unter der Austrittsstelle des *vagus* und *glossopharyngeus* an die Hinterfläche des seitlichen Hinterhauptsbeines, verläuft in einem von ihm und der Aussenfläche der Spitze der Gehörkapsel nach oben medianwärts gehenden, am Boden der Paukenhöhle befindlichen Canal, der dann, wie bei den Schildkröten, nach einer Krümmung vor und medianwärts von der Gehörkapsel an der *sella* in die Schädelhöhle tritt und zwar begleitet von *sympathicus*-Aesten. Bei den Vögeln, bei denen wegen der Entfaltung des Gehirns der untere Theil des *occipitale laterale* nicht nach hinten, sondern mit dem anschliessenden Theile des lateralwärts gewachsenen *sphenobasilare* abwärts sieht, sehen wir demgemäss die *carotis interna* nicht unter, sondern vor den Oeffnungen für die *vagus*-Gruppe, nach aussen von der Spitze der Labyrinthpyramide aufwärts und nach vorne und innen verlaufen, so dass der Canal in dem grössten Theile seines Verlaufes vor und medianwärts von der Gehörkapsel zu liegen kommt und in der Schädelhöhle endet, während es bei den übrigen Thieren nur mit dem vorderen inneren Theile der Fall war und das ist wichtig, da ja bei den Säugern und Menschen der *canalis caroticus* dieses Verhalten während seines ganzen Verlaufes zeigt. Verlief er bei den Schildkröten und Crocodilen zum grössten Theile unter, oder am Boden der Paukenhöhle, so finden wir dagegen, dass derselbe bei den höheren Thieren mit seinem hinteren Ende immer mehr nach vorne rückt, so dass er bei den Vögeln nur in dem hinteren Theile seines Verlaufes, am Uebergange zur Innenwand dem Boden der Paukenhöhle ansteht, während das bei den Säugethieren nur auf einer kleinen Strecke, vorne an der Paukenhöhlenöffnung der *tuba* der Fall und so können nur hier die Zweige aus dem begleitenden *sympathicus*, die *carotico-tympanici* zum *ramus tympanicus glossopharyngei* und zum *petrosus superficialis*

minor treten und wir haben eine leidliche Erklärung dafür, dass die Jacobson'sche Anastomose sich vorne und unten von dem *foramen ovale*, an der Innenwand der Paukenhöhle, natürlich unter der Schleimhaut derselben, findet.

Jetzt bleibt mir noch übrig, den Gehörknöchelchenapparat, der bei den niederen Wirbelthieren als *columella* auftritt, vom vergleichend anatomischen Standpuncte aus etwas näher zu betrachten. Wir haben ja schon früher gesehen, dass dieselbe als ein modificirtes *hyomandibulare symplecticum*, des oberen Theiles des zweiten Kiemenbogens in der einfachsten Form bei den *Perennibranchiaten*, bei *Siredon*, sich geltend macht und wir haben seiner Zeit ausführlich das Verhältniss derselben zum Kiefersuspensorium und zum Trommelfelle betrachtet. Es erübrigt nun noch in kurzen Zügen die Umwandlungen darzustellen, die dieser Knochen in der Thierreihe erfährt. Bei *Siredon* aus drei Theilen, einer inneren knorpligen, mittleren knöchernen und äusseren bandartigen, bestehend, sehen wir dagegen bei den Fröschen auch den äusseren Theil in Knorpel umgewandelt. Bei den Schlangen, den Eidechsen, Schildkröten und Crocodilen finden wir dann, abgesehen von den Schwankungen, welche die Lage und Richtung, was uns hier nicht weiter interessirt, in Folge der Stellung des Trommelfelles und des *foramen vestibulare* erfährt und sich im Durchschnitte bis zu den Vögeln empor aus einer Richtung von hinten und aussen, nach innen und vorne in eine von vorne aussen, nach hinten innen gehende verwandelt, dass die *pars interna* und *media* mit einander verschmelzen und ossificiren und dass immer mehr von der *externa* in diesen Ossificationsprocess einbezogen wird, so dass wir bei den Schildkröten den überwiegendsten Theil mit Ausnahme desjenigen, der sich an das Trommelfell anheftet, ähnlich wie bei den Schlangen und Eidechsen, wenn auch im höheren Grade aus einer zusammenhängenden Knochenmasse bestehend finden, wozu dann noch kommt, dass bei den Crocodilen von hinten und oben her Duplicaturen der Paukenhöhlenschleimhaut an dieselbe herantreten, von denen es unentschieden, ob sie irgend welche Muskelfasern enthalten. Erst bei den Vögeln sehen wir nach den schönen Untersuchungen von Breschet [1]) aufs Neue eine Gliederung und zwar wie er es auf seiner Taf. II Fig. 6 von *Anas boschas* zeichnet, in drei Abtheilungen, von denen er die äussere als Hammer, die kleine mittlere, als Ambos, die grössere innere, als *stapes* bezeichnet und aus dieser Bezeichnungsweise geht hervor, dass er in diesen Theilen die Homologa derjenigen der Säuger und des Menschen sucht. Er verhehlt sich aber mit Bezug darauf

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux.

keineswegs selber die vielfachen Schwierigkeiten, die ihm auch wieder bei der Beschreibung der accessorischen Muskeln aufstossen. Von diesen hat er mit Sicherheit nur einen nachgewiesen, der sich nach Art der Schleimhautfalte bei den Crocodilen von hinten entspringend an die *columella* anheftet.

Diese Dreitheilung der knöchernen *columella* der Vögel ist der letzte Anklang der Dreitheilung derselben bei den niederen Amphibien und es erreicht dieselbe damit und mit der Entwicklung eines in der Paukenhöhle befindlichen, an sie herantretenden Muskels und mit dem Auftreten besonderer Schleimhautfalten die höchste Stufe der Entwicklung. Sie findet nur, wie die Entwicklungsgeschichte in der neuesten Zeit uns gelehrt, ihr Homologon im *stapes*, die Schleimhautfalte dagegen, die bei den Crocodilen und Vögeln vorkommt, ihr Homologon in der *membrana obturatoria* des Steigbügels, der Muskel in dem *stapedius*, der ja auch von hinten seinen Ursprung nimmt, wenn er sich auch nicht, wie bei den Vögeln und möglicherweise auch schwach entwickelt bei den Crocodilen, in der Paukenhöhlenschleimhaut, sondern in einer eigenen Knochenkapsel befindet. Wir wissen ja, dass der *stapes* das einzige Gehörknöchelchen ist, das sich wie die *columella*, das Homologon des *hyomandibulare symplecticum*, aus dem oberen Theile des zweiten Kiemenbogens entwickelt und von den Vögeln angefangen bis zu den Säugethieren in scheinbar rückschreitender Metamorphose begriffen ist, da er aufhört, sich mit dem Trommelfell zu verbinden und nur als letzte Erinnerung an diese Verbindung das *Articulare* trägt, das als die verknöcherte *pars externa columellae*, als *symplecticum* anzusehen ist, während die Bügel des *stapes* der *pars media*, die Platte der *pars interna* analog. Es fragt sich dann aber, wo haben wir die Homologa des Hammers und des Amboses bei den niederen Thieren zu suchen, von denen wir ja wissen, dass dieselben sich als Theile des ersten Kiemenbogens aus dem Meckel'schen Knorpel entwickeln, aus dem ja das *palatoquadratum* und der Unterkiefer mit seinen Bestandtheilen entsteht. Haben wir etwa die Homologa im *squamosum*, *pterygoides*, oder im *quadratum* und dem *articulare maxillae inferioris* zu sehen? Das *squamosum* und *pterygoideum* scheiden aus, denn wir sehen beide allmälig mehr und mehr aus dem Bereiche der Paukenhöhle und der darin befindlichen *columella* gerückt und anderen Zwecken dienstbar, mit benachbarten Knochen neue Combinationen eingehen. Bleibt also das *quadratum* und *articulare*, oder die Annahme einer neuen Bildung aus dem oberen Theile des ersten Kiemenbogens, des Meckel'schen Knorpels, nachdem das *quadratum* und *articulare* in der Reihe der Säugethiere verschwunden. Letztere Annahme vertheidigte ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche und zwar auf die Beobachtung hin, dass wir in der Reihe der Vögel allmälig bis zu den Säugern sehen, wie das *quadratum* aus dem Bereiche der Paukenhöhle

nach aussen abgeschieden wird und dieser Umstand war der einzige, der mich abhielt, das Homologon des Amboses im *quadratum*, des Hammers im *articulare* zu suchen. Da wir nun aber aus der Entwicklungsgeschichte (KÖLLIKER, GÜNTHER[1]) wissen, dass sich die Gehörknöchelchen ausserhalb des *cavum tympani* bilden und erst später gleichsam in dieselbe eingestülpt, besser von der Ausstülpung der Rachenschleimhaut umwachsen werden, so halte ich an der Homologie des *incus* und *malleus* mit dem *quadratum* und *articulare* fest. Auch sonst spricht Vieles dafür und dagegen, dass bei den Säugethieren und den Menschen das *quadratum* und das *articulare* verschwinden, einmal, dass diese Knochen bei den Vögeln noch immer in beträchtlicher Entwicklung vorhanden sind und die Unterschiede zwischen den Vögeln und Säugethieren doch nicht so bedeutend, um die Annahme des plötzlichen Verschwindens dieser Knochen überaus wahrscheinlich zu machen, dann aber auch, dass bei den niederen Amphibien und den Schlangen die *columella*, wie das *hyomandibulare* bei den Fischen, sich mit dem *quadratum* verbindet und das müsste nach den Principien der vergleichenden Anatomie wieder der Fall sein, wenn sich die Verbindung des Trommelfelles mit der *columella* löst. Das ist ja nun bei den Säugern und den Menschen in der That mit dem Homologon, dem *stapes-lenticulare*, der Fall und da tritt dann die Verbindung mit dem *quadratum*, *incus* und dem *articulare*, *malleus* in ihr Recht und diese, relativ kleiner als bei den übrigen Wirbelthieren, werden von der Ausstülpung der Rachenschleimhaut, der *mucosa* des *cavum tympani* umwachsen, stülpen sich in dieselbe hinein, nachdem sie früher als das *cavum tympani* gebildet, worauf auch schon die Existenz der *columella* vor Bildung einer Paukenhöhle bei den niederen Amphibien hinweist.

Kehren wir nun nach diesen vergleichend anatomischen Bemerkungen zum Gehörorgane der Crocodile zurück und betrachten wir zunächst das knöcherne Gehäuse des häutigen Labyrinthes, so treffen wir auch hier die Grundform der vierseitigen Pyramide (Taf. XXXIII, Fig. 8) mit nach oben gekehrter Basis, mit nach unten gewandter Spitze wieder, die zwischen dem *foramen trigemini* und *jugulare* gelagert ist und deren Längsaxe im Uebergange zu der des Vogelgehörorganes aus Gründen, die ich früher in der oft citirten Arbeit über das Gehörorgan der Frösche auseinandergesetzt, von oben aussen und ein wenig hinten, nach unten innen und ein wenig nach vorne steht. Diese den höchsten Wirbelthieren zukommende Stellung finden wir bei den Schildkröten zum ersten Male schwach ausgeprägt, während sie bei den anderen, je nachdem wir eine höher oder niedriger stehende Classe betrachten, bekanntermassen mehr oder weniger von oben vorne nach unten hinten, respective innen steht.

1) Beobachtungen über die Entwicklung des Gehörorganes.

Sahen wir nun schon bei den Eidechsen und noch mehr bei den Schildkröten, wie sich das *cavum cranii* über das Niveau der oberen Fläche der Gehörkapsel erhob, wovon bei den Schlangen kaum eine Andeutung vorhanden, ebenso wenig wie bei den Amphibien und Fischen, bei denen die Basis der Labyrinthpyramide entweder ganz, oder beinahe in der Ebene der Schädeloberfläche oder mindestens doch im Niveau des oberen Theiles des *cavum cranii* liegt, so finden wir, dass, wenn bei den Crocodilen der Schädelraum auch nicht weiter wie bei den Eidechsen und kaum so weit wie bei den Schildkröten, das Gehirn jedenfalls viel höher zwischen den Labyrinthpyramiden emporragt, als dieses bei jenen Thieren der Fall. Das bekundet ja ganz besonders die höhere Stellung, die die Crocodile einnehmen. Ferner sahen wir den der Schädelhöhle zugewandten Theil der Gehörkapsel, der bei den Fischen und Amphibien in der Flucht der Seitenwandung der Schädelhöhle liegt, bei den Schlangen weniger, bei den Eidechsen im oberen Theile schon mehr in das *cavum cranii* vorragen und das ist bei den Crocodilen (Taf. XXXI, Fig. 5) in einem noch höheren Grade der Fall und der Raum zwischen den oberen Theilen der beiden Gehörkapseln innerhalb der Schädelhöhle ist trotz der grösseren Breite, die derselbe bei den Schildkröten im Verhältniss zu den Eidechsen besitzt, relativ eben so eng als bei den *Lacerten* und von gleicher Form. Ist nun das Hineinragen in das *cavum cranii* und die Schmalheit des Raumes zwischen den Basen der Labyrinthpyramiden nicht so prägnant, bei den Schildkröten nicht einmal so ausgebildet, wie bei den Eidechsen, so spricht das nicht, trotzdem wir damit einen Anklang an die Verhältnisse bei den Vögeln bekommen, ohne Weiteres für eine höhere Stellung dieser Thiere gegenüber den Crocodilen, denn wir wissen ja, dass, bei den Batrachiern, abgesehen von allem anderen, das *cavum cranii* zwischen den Gehörkapseln eine relativ bedeutende Breite besitzt, wohl aber dafür, dass die Verwandtschaft der Crocodile mit den Eidechsen eine nähere, als die jener Thiere mit den Schildkröten. Weiterhin haben wir als eine Grunderscheinung früher gefunden, dass der untere Theil der Pyramide, die Spitze, die bei den niederen Wirbelthieren, den Knochenfischen, im Bereiche des *occipitale basilare* liegt, von da angefangen, immer mehr von diesem Knochen weg nach vorne rückt und zwar wie bei den Amphibien, bei denen das *occipitale basilare* auf einen unbedeutenden Knochen hinten reducirt ist, auf den Rest des Primordialkranium, der als Belegknochen das *parasphenoidale* besitzt. Bei den Schlangen, deren *basioccipitale* wiederum eine beträchtlichere Ausdehnung nach vorne zeigt und die ein wirkliches *sphenobasilare* haben, ruht dieselbe dann auf den vorderen Theil des ersteren Knochens, bei den Eidechsen dagegen schon auf der Naht zwischen den beiden Grundbeinen des Schädels und bei den Schildkröten

schon etwas mehr auf dem *basisphenoidale*, ohne jedoch das Grundbein des Hinterhauptes vollkommen zu verlassen. Bei den Crocodilen finden wir dagegen die Spitze gänzlich an dem *sphenobasilare* und zwar dem hinteren Theile desselben, gerade wie bei den Vögeln und diese ganze Erscheinung hing ja von der immer mehr zunehmenden Drehung des unteren Theiles der Labyrinthkapsel um die transverselle Axe nach vorne ab, eine Drehung, die vor allem von den Wachsthumsverhältnissen des Gehirnes bedingt war, denen die Wandungen des Schädelraumes, namentlich die Basis desselben, naturgemäss folgen muss, worauf ich bereits früher eines Weiteren eingegangen.

Ferner finden wir bei den Schlangen (die Verhältnisse bei den Amphibien habe ich bereits einer ausführlichen vergleichend anatomischen Betrachtung unterzogen) den grössten Theil der oberen Fläche der Gehörkapsel von dem *squamosum*, dem *occipitale superius* und *parietale* überlagert, die sich wenigstens bei *Python* mit ihren Rändern berührten. Dagegen sehen wir dieselbe bei den Eidechsen unbedeckt, aber das *parietale* und das *occipitale superius* medianwärts, das *squamosum*, abgesehen vom *quadratum*, lateralwärts an dieselbe anstossen. Dafür wölbt sich aber das *squamosum* als eine Kuppel darüber weg und verschmilzt mit dem oberen Theile des *occipitale superius* und des Scheitelbeines zu einer Art Gewölbe. Ganz dasselbe ist bei *Chelonia midas* der Fall, allein bei diesen Thieren beginnt innen, namentlich das obere Hinterhauptsbein, weniger das *parietale*, und aussen das *squamosum* sich über die Oberfläche der Gehörkapsel wegzuschieben und das ist dann bei *Emys*, bei denen das *squamosum* eben so wenig, wie bei *Testudo* eine kuppelförmige Wölbung bildet, in dem Masse der Fall, dass das *squamosum* und das *occipitale superius* sich in einer Naht berühren. Dazu gesellt sich dann noch bei *Testudo* das *parietale*, so dass also die Oberfläche vollständig von Knochen bedeckt ist, die bei den letzteren Thieren medianwärts vom Trommelfelle ausgehöhlt erscheinen, wenigstens so weit es das *squamosum* betrifft. Bei den Crocodilen ist dasselbe der Fall, bei denen wiederum wie bei den Eidechsen und *Chelonia* die kuppelförmige Wölbung, die obere Verbindung zwischen dem *squamosum*, dem *parietale* und dem *occipitale superius* zu Stande kommt und gleichzeitig greift dann auch die median vom Trommelfelle gebildete Aushöhlung der Schuppe auf diese beiden Knochen über. Allein auch die auf der Labyrinthoberfläche gelegenen Theile dieser Knochen werden von derselben durch eine an der Innenwand der Paukenhöhle hinten oben vor sich gehende Aushöhlung, die sich oberhalb des Daches des *cavum cranii* bis zu der anderen Seite erstreckt, theilweise abgehoben und somit sehen wir nicht allein die Basis der Labyrinthpyramide, sondern auch die Decke der Schädelhöhle von einem Doppelgewölbe bedeckt, das

von den drei Knochen: der Schuppe, dem oberen Hinterhauptsbeine und dem Scheitelknochen gebildet wird. Damit sind denn die Bedingungen vorhanden, um bei der Entfaltung des Gehirnes und des Schädelraumes bei den Vögeln das mit dem *squamosum* verbundene *parietale* und *occipitale superius*, die ja schon theilweise bei den Crocodilen durch die untere Aushöhlung abgehoben waren, weit von der Labyrinthpyramide nach oben hin zu verdrängen. Es bedarf dazu nur des Verschwindens des hinteren Theiles der Decke des *cavum cranii* und eines Schwundes der unteren Gewölbsverbindungen, ohne dass dann das Schädeldach unvollständig, da ja die Verbindungen des oberen Gewölbes der drei Knochen übrig bleiben.

Was nun die Zusammensetzung der Gehörkapsel betrifft, so bekundet auch diese wieder die innigere Verwandtschaft mit den Eidechsen; da wir nicht blos ein *pro-* und *opistoticum*, sondern auch ein *epoticum* und zwar in derselben Weise auftreten sehen. Von diesen Knochen verschmilzt das *epoticum* (Taf. XXXI, Fig. 2 *e*, Taf. XXXIII, Fig. 8 *a*) am frühzeitigsten mit dem *occipitale superius*, etwas später erst das *opistoticum* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *f*) mit dem *occipitale laterale*, eine Verbindung, die ja nicht blos den Amphibien und Reptilien, sondern auch den Vögeln und im gewissen Grade auch den Säugern und dem Menschen eigenthümlich, insofern hier ein Theil, die *pars mastoidea*, mit dem *opistoticum* verschmilzt. Das *epoticum* setzt den oberen inneren, das *prooticum* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *e*) den vorderen, das *opistoticum* den hinteren Theil der Gehörkapsel zusammen.

Gehen wir nun zur speciellen Betrachtung der einzelnen Flächen der Labyrinthpyramide über, von denen wir eine obere, eine äussere innere, vordere, hintere und eine Spitze unterscheiden können, so sehen wir, dass auch bei diesen Thieren wie bei den übrigen Reptilien die obere, vierseitige Basis (Taf. XXXI, Fig. 3, Fig. 4) mehr dreiseitig mit einem inneren, stark abgerundeten (Taf. XXXI, Fig. 4 *a*) Winkel erscheint. Dieser ist demnach als vierte Seite aufzufassen. Im Uebrigen fällt dieselbe steil nach aussen ab, stärker noch als bei den übrigen Reptilien. Sie besitzt einen vorderen, inneren, längeren, einen hinteren, inneren, kürzeren, einen unbedeutenden inneren und einen äusseren Rand und hat somit mehr die Form eines Trapezes, dessen kürzeste Seite innen gelagert ist und an erwachsenen Thieren der der anderen Seite sehr genähert erscheint (Taf. XXXI, Fig. 5 *g*), dagegen bei jungen Thieren durch den oberen Theil des Gehirnes weiter abgedrängt ist. Um dieselbe freizulegen, ist es nöthig, die Decken der Gewölbe, das *squamosum*, *parietale* und *occipitale superius* zu trennen und ausserdem vorne innen die Anheftung des Scheitelbeines, hinten innen die des *occipitale superius* und an der äusseren Kante hinten einen, dem *squamosum* angehörigen

Knochenbalken, wie auch am vorderen Winkel das *quadratum* zu lösen. Man sieht dann, wie bei den Schlangen und Eidechsen, entsprechend den Rändern über dieselbe stark vorspringende Knochenleisten verlaufen, die weit deutlicher ausgeprägt und isolirbar sind, als bei diesen Thieren. Sie entsprechen den drei Bogengängen. Die vordere Erhabenheit (Taf. XXXI, Fig. 4 *n*) am stark vorspringenden, vom *quadratum* bedeckten, vorderen äusseren Winkel mit einer schwachen Erweiterung beginnend, verläuft steil, stärker wie bei den übrigen Reptilien gebogen, in leicht S förmiger Krümmung nach hinten und innen und geht dort zur Bildung der inneren Kante bogenförmig in die hintere Bogengangleiste (Taf. XXXI, Fig. 3 *d*) über, die ein wenig tiefer als die vordere gelegen, an dem ebenfalls stark vorspringenden, vom *squamosum* und dem *occipitale laterale* bedeckten hinteren äusseren Winkel stark aufwärts convex beginnt und nach vorne und innen verläuft. Die äussere Bogengangleiste (Taf. XXXI, Fig. 4 *f*), ebenfalls am vorderen äusseren Winkel mit einer kleinen Erweiterung ihren Anfang nehmend, verläuft dann nach hinten und etwas abwärts, um mit der hinteren am hinteren äusseren Winkel zusammenzustossen. Es würde, glaube ich, an jungen Exemplaren nicht schwer gelingen, diese Bogengangleisten auf kürzere Strecken als wirkliche knöcherne Bogengänge zu isoliren, was bei den übrigen Reptilien nur schwer, oder gar nicht möglich war. Zwischen denselben finden wir auch hier die Oberfläche vertieft, allein bei jungen Thieren dadurch complicirt, dass über dieselbe und weiter über die Bogengangleisten knöcherne Wülste verlaufen (Taf. XXXI, Fig. 4 *cde*), die auf ihrer Höhe die Trennungsnähte der Labyrinthknochen tragen und von denen ich bei halberwachsenen Thieren mit Ausnahme der Nähte nichts mehr gesehen habe. Sie verlaufen, wie bei den Schlangen und den Eidechsen, über die Mitte sämmtlicher Bogengangleisten, um etwas nach hinten von der Mitte der Oberfläche zusammenzutreffen.

Die äussere (Taf. XXXIII, Fig. 6), etwas weniger als die innere ausgedehnte, dreiseitige, nach abwärts vorne und innen gestellte Fläche geht in sanfter Rundung in die hintere, mehr schroff dagegen in die vordere Fläche über. Ihre obere Kante, die äussere Bogengangleiste ist, wie erwähnt, grösstentheils frei, nur am oberen vorderen und am hinteren oberen Winkel vom *squamosum* und dem *occipitale laterale* bedeckt. Die vordere Kante, die oben im *quadratum* verborgen ist, stösst dagegen weiter unten frei an das spaltförmige *ostium pharyngeum tubae*, die hintere, oben vom *occipitale laterale* bedeckt, ist dagegen unten frei. Der mittlere Theil der hinteren Kante dient zur Anheftung der Paukenhöhlenschleimhaut und stösst an das vordere Ende des *sulcus recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *h*). Er stellt einen dicken Knochenstab dar, der das *foramen vestibulare* vom *cochleare* trennt (Taf. XXXIII,

Fig. 6 *d* u. *l*) und zwar in ähnlichen Proportionen, wie bei den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum*. Der untere Theil stösst an die Paukenhöhlenöffnung des *canalis caroticus*. Unmittelbar unter der äusseren Bogengangleiste sehen wir dann den tiefen, nach oben vorne convexen *sulcus canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *c*), der sich nach hinten hin allmälig verliert. Unter diesem finden wir die Oeffnung des bereits beschriebenen *recessus cavi tympani* im Umfange des *foramen ovale*, das, wie wir wissen, von vorne innen nach hinten und aussen gerichtet ist und zugleich, wie WINDISCHMANN richtig bemerkt, vorne tiefer, hinten höher steht. Am vorderen Ende der *apertura recessus* und des *sulcus canalis facialis* haben wir dann, wie bekannt, die äussere Paukenhöhlenöffnung des *canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 6 *b*), die sehr fein, feiner wie bei den Schildkröten und den Eidechsen erscheint. Unterhalb der Oeffnung des *recessus* heftet sich die Schleimhaut des Bodens der Paukenhöhle an und unter dieser Anheftungsstelle, also an dem unteren Winkel der äusseren Fläche findet sich die *carotis interna*. Ich vermag aber nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob dieselbe sich in einem vollständigen Canale an der Labyrinthaussenfläche, oder blos in einem Halbcanale lagert. Ausserdem verläuft über die Mitte der Aussenwand (Taf. XXXIII, Fig. 6) die Naht zwischen *pro-* und *opistoticum* senkrecht zur Spitze herab.

Die innere Fläche (Taf. XXXIII, Fig. 8), die wie bei den Schlangen und vor allen den Eidechsen mit dem oberen Theile der vorderen und der hinteren Wand in die Schädelhöhle sieht, bildet oben, entsprechend der wenig ausgedehnten inneren Kante der oberen Fläche, einen schmalen Wulst (Taf. XXXIII, Fig. 8 *a*) und gewinnt erst im mittleren und unteren Drittel eine beträchtlichere Ausdehnung, um sich dann gegen die Spitze hin wieder zu verschmälern. Der obere, etwas nach unten und hinten gerichtete Wulst ist der Ausdruck der Bogengangcommissur, über dessen unteres Ende die quere Naht des *epoticum* verläuft und an welchem gleichzeitig eine nach aufwärts und innen sehende Oeffnung, die *apertura aquaeductus vestibuli* (Taf. XXXI, Fig. 5 *g*, Fig. 8) sich findet, welche zugleich den am weitesten in die Schädelhöhle vorspringenden Punct der Gehörkapsel darstellt, von dem aus gegen die vordere und die hintere Fläche sich verlierend zwei Wülste (Taf. XXXIII, Fig. 8 *f* u. *e*), ein vorderer, stärkerer und ein hinterer, flacherer ausgehen. Jener (Taf. XXXIII, Fig. 8 *e*), nach vorne aussen und abwärts gewandt, der Ausdruck des *utriculus*, dieser, nach hinten aussen und abwärts gerichtet, der Ausdruck der Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle. Oberhalb dieses Wulstes finden wir das ebene, dreieckige, übergeneigte Feld, das der hinteren Fläche angehört, oberhalb des anderen, das ebenfalls dreieckige, der vorderen Wand an-

gehörige, das in seiner Mitte eine Vertiefung zeigt und nach oben von der vorderen Bogengangleiste (Taf. XXXIII, Fig. 8) überwölbt wird. Unterhalb dieser Hervorragungen sehen wir die Innenwand gegen die Schädelhöhle vertieft, von dreieckiger Form (Taf. XXXIII, Fig. 8 *h*), die Spitze nach unten gekehrt, die vordere Kante Sförmig geschwungen, die hintere mehr gerade nach abwärts vorne verlaufend. Die hintere bildet die vordere Begrenzung des spaltförmigen *foramen jugulare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*), die vordere die hintere Wand des *foramen trigemini* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *s*) und verbindet sich in einer Naht mit dem *sphenobasilare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *p*). An der Basis dieses dreieckigen Theiles der Innenwand, unter den Wülsten finden wir eine schwache, vorne etwas ausgeprägtere Vertiefung, den *meatus auditorius internus* und im hinteren Theile desselben eine ovale, medianwärts sehende Oeffnung für den *nervus cochlearis* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *q*). In den vorderen, tieferen befinden sich dagegen drei, die Scarpa alle sehr hübsch abbildet, zwei obere und eine untere. Letztere, von innen nach aussen das *prooticum* durchbohrend, ist die *apertura interna canalis Fallopiae* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *r*), die beiden anderen sind für die Vestibularäste bestimmt. Die hintere, nach oben hinten und aussen den Knochen durchbohrend (Taf. XXXIII, Fig. 8 *c*), führt wohl den Sack und hinteren Ampullenast, die vordere (Taf. XXXIII, Fig. 8 *d*), die nach vorne aussen das *prooticum* durchsetzt, führt den Zweig für den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Die Naht zwischen *pro-* und *opistoticum* endet hinter der Oeffnung für den *nervus cochleae*, so dass also sämmtliche Nervenöffnungen dem *prooticum* angehören.

Die vordere Wand, soweit dieselbe nicht in der Schädelhöhle liegt, bildet die vordere Begrenzung des *foramen trigemini*, ist wenig ausgedehnt, dreieckig, unten im *sphenobasilare* gelagert und wird im oberen Theile von der *ala magna* überwölbt, die sich am oberen äusseren Winkel anheftet. Im Uebrigen wird sie von innen nach aussen von dem *canalis facialis* durchbohrt.

Der untere Theil der Hinterfläche, der ebenfalls nicht in den Schädelraum sieht, ebenfalls ein Dreieck mit nach oben gewandter Basis bildet und nach hinten abwärts kehrt, wird von dem *occipitale laterale* überwölbt, das sich dann mit der Basis verbindet und somit das spaltförmige *foramen jugulare* (Taf. XXXIII, Fig. 8 *g*) nach hinten und oben schliesst. An dem äusseren Theile derselben, von dem *foramen ovale* durch den früher erwähnten Knochenbalken getrennt und in den *recessus scalae*, speciell gegen das mediane Ende des *sulcus* sehend und sich darin öffnend, findet sich das *foramen cochleare s. rotundum* (Taf. XXXI, Fig. 6 *l*), welches nach hinten unten und auswärts gewandt, rund erscheint und durch die Schleimhaut der Hinterwand von der Pauken-

höhle abgeschieden wird, von der wir wissen, dass sie sich an den trennenden Knochenbalken anheftet und sich bei den höheren Vögeln und Säugern zur *membrana tympani secundaria* entwickelt.

Was nun den Binnenraum der Gehörkapsel betrifft, so gestehe ich, dass ich darüber aus bereits angeführten Gründen an der Hand eigener Präparate nur wenige Erfahrungen sammeln und dieselben nur durch die Betrachtung eines in der hiesigen Sammlung befindlichen gesprengten Schädels und durch die Abbildungen von Scarpa und die wenigen spärlichen Angaben von Windischmann erweitern konnte. Ist somit vielleicht noch viel Detail nachzutragen, so glaube ich doch so weit gekommen zu sein, dass die wesentlichen und vergleichend anatomisch besonders wichtigen Verhältnisse klar zu Tage liegen.

Wir haben auch bei diesen Thieren wiederum ein *cavum inferius internum*, *anterius* und *posterius* zu unterscheiden und wie mir scheint, sind diese Räumlichkeiten mit Bezug auf ihre Weite mehr mit denen der Schildkröten, als mit denen der Eidechsen in Uebereinstimmung, besitzen also ein relativ bedeutendes Caliber und das hat natürlich einen Einfluss auf die Länge, besonders der knöchernen Bogengänge, denn nur auf deren Kosten können sich namentlich das *cavum anterius* und *posterius* ausdehnen. Das *cavum inferius* ist dann wiederum, wie bei den Schlangen, Eidechsen, respective wie bei *Siredon*, durch eine *crista vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *m*) in eine untere und in eine obere Abtheilung, eine *cavitas cochleae* und *vestibuli*, getheilt, von denen jene (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*) wie bei den höchsten Wirbelthieren, ausschliesslich die Schnecke, diese den Sack (Taf. XXXIII, Fig. 11 *g*), den *utriculus* und das Ende des horizontalen Bogenganges mit der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle enthält, während das *cavum internum* die Commissur der verticalen Bogengänge, das *cavum posterius* die hintere Ampulle und einen Theil des horizontalen Bogenganges enthält, und das *anterius* die vorderen, zusammenliegenden Ampullen und den *recessus utriculi* in sich begreift. So sind also bei sämmtlichen Reptilien und Amphibien, sowie bei den Plagiostomen die einzelnen Hauptbestandtheile des Gehörorganes bald weiter, bald enger von den Knochen umwachsen und erst bei den Vögeln werden dann die einzelnen, in den getrennten Räumlichkeiten gelegenen, untergeordneten Theile durch Umwachsung getrennt, am spätesten ein Theil des horizontalen Bogenganges, der erst bei den Säugern und Menschen vollkommen knöchern umschlossen erscheint, wie ich das seiner Zeit in der Arbeit über das Gehörorgan der Fische etwas eingehender auseinandergesetzt.

Die *cavitas vestibuli* ist nicht kugelförmig, sondern mehr prismatisch und besitzt eine Decke, einen Boden, eine innere, äussere, vordere und hintere Wand. Die Ausdehnung des Daches entspricht etwa der Aus-

höhlung zwischen den Bogengangleisten an der Aussenfläche der Basis der Labyrinthpyramide und steht von oben und innen, nach unten und aussen und somit dehnt sich, da der Boden horizontal liegt, die Aussenwand weniger als die Innenwand aus. An dem Uebergange des Daches in die Innenwand findet sich die weite Oeffnung des *cavum internum*. Der Boden wird durch die stark vorspringende, horizontale Leiste, die *crista vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *m*) eingenommen, die schwach entwickelt am unteren Rande der Oeffnung des *cavum posticum* entspringt, aber sich desto mehr erhebt, je weiter wir nach vorne kommen. Sie vermittelt dort die untere Begrenzung des lateralen Theiles der Oeffnung des *cavum anterius* und endet schliesslich am vorderen oberen Umfange des *foramen vestibulare (pyramis vestibuli)*. Im Uebrigen stellt der Boden eine von dieser Leiste umgrenzte, ovale, sehr weite Oeffnung dar, die *apertura cavitatis cochleae*, die eigentlich den grössten Theil des Bodens einnimmt (Taf. XXXIII, Fig. 11). Die innere, schräg von oben innen, nach unten und aussen abfallende Wand zeigt wahrscheinlich, was ich nicht zu constatiren vermochte, entsprechend dem *utriculus* einige schwache Furchen, dagegen aber in der Mitte eine abwärts sehende Oeffnung, die *apertura aquaeductus vestibuli*, das Vorhofsende des knöchernen Canales, dessen Schädelhöhlenöffnung wir ja bereits kennen gelernt haben. Ausserdem finden wir unten an der *crista vestibuli* einen runden *recessus*, den *recessus sacculi s. rotundus* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *g*), der im Centrum eine Oeffnung zeigt, die innere des Canales, die den *nervus sacculi* aufnimmt und der nach vorne durch eine Leiste (Taf. XXXIII, Fig. 11 *n*), die den unteren Rand der Oeffnung des *cavum anterius* innen bildet, begrenzt ist und die der *crista vestibuli* zwischen dem *recessus hemisphaericus* und *hemiellipticus* bei dem Menschen, die wir übrigens auch schon bei den Schlangen nachweisen können, homolog, um so mehr, da sie auch hier die Grenze des *recessus utriculi osseus* mit bildet (Taf. XXXIII, Fig. 11 *o*). Die Aussenwand ist wegen des *foramen vestibulare* ebenfalls zum allergrössten Theile lückenhaft. Hinter- und Vorderwand repräsentiren weite Oeffnungen für die entsprechenden Nebenräume, von denen jene nach vorne innen, diese nach innen hinten sieht.

Bevor ich nun auf die wichtige *cavitas cochleae*, oder die *cochlea ossea* näher eingehe, will ich zunächst diese mit dem *cavum vestibuli s. vestibulum* in Verbindung stehenden Nebenräume etwas näher in Betracht ziehen.

Das *cavum internum*, das auch hier eine weite, kurze, cylindrische, von oben vorne innen, nach unten hinten aussen verlaufende Röhre ist und oben vorne und oben hinten die weiten Oeffnungen der knöchernen, verticalen Bogengänge zeigt, ist einfach, wie das *cavum*

posterius, dessen vestibulare Oeffnung ich bereits beschrieben. Es ist ein nach hinten aussen ausgedehnter Raum, der oben aussen die Mündung des frontalen, hinteren und vorne die Oeffnung des äusseren, horizontalen Bogenganges zeigt.

Das *cavum anterius* besitzt an seinem Boden deutlich drei *recessus*, zwei äussere und einen inneren. Der eine der beiden äusseren liegt vorne, der andere hinten. Jener dient zur Aufnahme der sagittalen (Taf. XXXIII, Fig. 10 *i*) und zeigt oben die Oeffnung des vorderen verticalen, sagittalen Bogenganges, dieser nimmt die horizontale Ampulle (Taf. XXXIII, Fig. 10 *k*) auf und zeigt hinten die weite Oeffnung des äusseren Ganges. Der innere, von dem *recessus* der horizontalen Ampulle durch eine Leiste (Taf. XXXIII, Fig. 11 *o*) getrennt und das Homologon des *recessus hemiellipticus* des Menschen, der den gleichen Bestandtheil des häutigen Gehörorganes aufnimmt, zeigt in seiner Mitte (Taf. XXXIII, Fig. 11 *f*) die Oeffnung für den Utricular- und vorderen Ampullennerven. Was die knöchernen Bogengänge betrifft, so sind diese sehr kurz und zwar entspricht, wie mir scheint, der horizontale nur der Mitte der Bogengangleiste, während die verticalen die oberen Zweidrittel derselben einnehmen und besitzen eine Verlaufsrichtung wie diese. Sie sind weit, wie überhaupt die Hohlräume bei den Schildkröten und Crocodilen.

Die knöcherne Schnecke, die man wegen ihrer grossen Ausdehnung ähnlich wie bei den Vögeln und den Säugern aus der Spitze der Labyrinthpyramide in einer Form isoliren kann, die einen guten Schluss auf die darin gelagerten Theile gestattet, was bei den übrigen Reptilien wegen der verhältnissmässig geringen Differenzirung der häutigen Schnecke nicht in dem Grade der Fall ist, stellt, nachdem man natürlich aussen und vorne die Knochenmasse, die zur Umschliessung der *carotis interna* dient, entfernt, im Ganzen genommen einen Kegel dar. Windischmann hat auf seiner ersten Tafel Fig. 9, 10, 11 solche isolirte, knöcherne Schnecken dargestellt und beschrieben. Sie ist also ein Kegel mit ampullenförmig erweiterter, unterer Spitze *(lagena)* und zeigt eine zweifache Krümmung. Einmal erscheint sie nach vorne, dann aber auch mit der Spitze ein wenig nach innen gebogen und lässt an der Schädelhöhlenwand oben die Eintrittsstelle des Schneckennerven, an der Aussenwand aber, hinten oben das *foramen rotundum* sehen, dessen Form und Stellung ich bereits beschrieben. Sie heftet sich mit breiter Basis an die Unterfläche des *vestibulum*. Die Form des Binnenraumes entspricht der äusseren und beginnt am Boden der *cavitas vestibuli* (Taf. XXXIII, Fig. 11) mit der grossen, weiten, ovalen Oeffnung, die ja, wie wir wissen, von der *crista vestibuli* begrenzt wird. Derselbe erstreckt sich (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*) schräg nach vorne unten und aussen, wird dabei

immer enger, biegt darauf ein wenig nach innen und hinten, um sich an der Spitze, an der *lagena*, wieder ein wenig zu erweitern. Sieht man von oben in diese *apertura cavitatis cochleae* hinein, so bekommt man wegen des Verlaufes der Schnecke einen Theil der Hinterwand des Binnenraumes (Taf. XXXIII, Fig. 11) zu Gesicht und vorne, excentrisch gelagert eine Oeffnung (Taf. XXXIII, Fig. 11 *i*), den Eingang in den unteren, engeren Theil des Schneckenraumes. Ausserdem bemerkt man unter dem lateralen Theile der Apertur das *foramen rotundum*, das sich ja nach abwärts und aussen in den *recessus scalae* öffnet und so gelangt man denn an der Aussenhinterwand des Binnenraumes der Schnecke, unter dem hinteren Theile der Aussenwand des *vestibulum*, mittelst der *apertura cavitatis cochleae* ohne Weiteres durch das *foramen cochleare* in den *recessus scalae* und somit indirect in die Paukenhöhle.

Bei einer so ausgeprägten und wie die Vogelschnecke die ersten Andeutungen einer spiraligen Krümmung zeigenden *cochlea* habe ich begreiflicherweise nach leistenartigen Hervorragungen, einer *lamina spiralis ossea* und *secundaria* gesucht, die ja beide, wie wir wissen, wenigstens im Anfange der Vogelschnecke so gut wie bei den Säugern und den Menschen vorhanden sind. Erstere glaube ich bei einem halberwachsenen Thiere gefunden zu haben und zwar an der Stelle, wo sie sich nach Analogie mit den Vögeln finden muss, an der Innenwand, jedoch bei diesen Thieren mehr nach hinten gekehrt (Taf. XXXIII, Fig. 11 *h*). Sie verläuft unter der *apertura cavitatis cochleae*, hinten innen an der Wand des Schneckenraumes und bietet somit die erste Andeutung des Zerfalles desselben in ein nach aussen hinten gelegenes Homologon der *scala tympani* und eine nach vorne innen gelegene Vorhofstreppe. Wie weit diese *lamina spiralis* sich abwärts in den Schneckenraum erstreckt, vermag ich nicht zu sagen. Nach dem Verhalten bei den Vögeln möchte ich glauben, dass es nicht weit über den Bereich des oberen, weiteren Schneckentheiles hinaus geschieht. Ich habe sie bis in den Beginn des verengerten Theiles verfolgen können, wo dieselbe dann die Mitte der Innenwand einnahm und sie hat somit eine spiralige Drehung gemacht. Es kann demnach an der Spitze der Schnecke, im Kuppelblindsack, der *lagena* ebensowenig wie bei den Vögeln zur Bildung eines freien Endes, des Homologon des *hamulus* der Säuger kommen. Von einer *lamina spiralis secundaria* habe ich als solcher keine Spur gefunden, wohl aber findet sich an der Stelle, wo sie zu suchen war, an der Aussenwand, nach vorne vom *foramen rotundum* ein *sulcus*, der an derselben senkrecht abwärts bis in den engen Schneckentheil verlief und den ich ebenfalls nicht bis zu Ende verfolgen konnte. Ich möchte ihn für das Homologon der secundären Spiralleiste halten. Von einem *sulcus canalis s. ductus perilymphatici*, wie wir ihn bei den übrigen Reptilien in der *cavitas cochleae*,

unter der *crista vestibuli* an der Innenwand auftreten sahen, ist eben so wenig wie bei den Vögeln und Säugethieren eine Spur zu entdecken.

Ich denke es geht aus dieser Schilderung der Gehörkapsel klar hervor, wie schön die Verhältnisse derselben einerseits mit denen der übrigen Reptilien und andererseits mit denen der Vögel übereinstimmen und dass wir in der That in den Crocodilen ein schönes Bindeglied zwischen den Vögeln und den Reptilien besitzen, ein ebenso schönes, wie es *Siredon* für die Amphibien und die Fische darstellte.

Ich wende mich jetzt zur Betrachtung des Inhaltes des Binnenraumes des häutigen Gehörorganes, welches, wie zu erwarten steht, aus denselben Bestandtheilen, in denselben Grundlagerungsverhältnissen besteht, wie bei den übrigen Reptilien und den Wirbelthierclassen überhaupt. Das aber möchte ich vorausschicken, dass, wie es auch schon aus der Betrachtung der knöchernen Kapsel hervorgeht, das häutige Labyrinth der Crocodile, namentlich mit Bezug auf den so ausserordentlich entwickelten Bestandtheil, die Schnecke, den Vögeln ausserordentlich viel näher steht, wie den übrigen Reptilien und das zeigt schon aufs Klarste die hübsche Darstellung von Windischmann über die Schnecke dieser Thiere.

Die einzelnen Theile des Gehörorganes füllen ebenso wenig bei den Crocodilen, wie bei den übrigen Wirbelthieren vollständig den Binnenraum des knöchernen Gehäuses, sondern wir sehen auch hier wieder, dass namentlich zwischen denjenigen Theilen, die in der *cavitas vestibuli s. vestibulum*, also dem *foramen ovale* gegenüber liegen, zwischen der Aussenwand derselben und der Innenfläche der im *foramen ovale* eingelassenen Platte der *columella* ein höchst beträchtlicher und mit Flüssigkeit gefüllter Raum, ein *cavum perilymphaticum* sich findet (Taf. XXXIII, Fig. 10 rechts). Sie liegen, und es ist vor allen Dingen der *sacculus*, der hier in Betracht kommt, excentrisch an der Innenwand des Gehäuses. Dieser Raum zieht sich nun in sehr viel beträchtlicherer Weite, wie bei den Schlangen und Eidechsen, ähnlich wie bei den Schildkröten, in das *cavum internum*, nach aussen von der Commissur der Bogengänge und weiter dann auf die concave Flache der Bogengänge, die auch hier mit der convexen Wand dem Knochen anliegen und, wie bei den Schildkröten, namentlich am Anfange und Ende derselben, am weitesten von der gegenüberliegenden Wand abgedrängt sind. Bei den Eidechsen und Schlangen dagegen findet sich sowohl an der häutigen Commissur, als an den häutigen Bogengängen zwischen ihren freien Flächen und dem Knochen nur ein geringer Zwischenraum. Dann zieht sich das *cavum perilymphaticum* ebenfalls, wie bei den Schildkröten, bedeutender als bei den übrigeu Reptilien, den Vögeln und Säugern entwickelt, über die in dem *cavum anterius* und *posterius* gelagerten Theile, so dass also in

sämmtlichen bisher aufgeführten Cavitäten die darin gelagerten Labyrinththeile von einer verhältnissmässig bedeutenden Flüssigkeitsmasse bespült werden. Allein auch in der *cavitas cochleae* sehen wir zum ersten Male, wie bei den Vögeln und Säugern, das *cavum perilymphaticum* eine bedeutende Ausdehnung gewinnen und den perilymphatischen Raum des Vorhofes nach unten fortsetzen. Wir wissen, dass bei den Eidechsen und Schlangen das *cavum perilymphaticum* wesentlich nur an der Basis der Schnecke, unterhalb des *sacculus*, also aussen im oberen Theile des Schneckenbinnenraumes eine gewisse Ausdehnung besitzt und dann um die Basis gegen die Innenwand des knöchernen Gehäuses sich herumschlagend in den *canalis perilymphaticus s. aquaeductus cochleae* übergeht, während die Spitze der Schnecke, die *lagena*, den Rest des Binnenraumes, wenn auch nicht ganz, so doch fast vollständig ausfüllt. Die *scala vestibuli*, also der an der Aussenwand der Schnecke gelagerte Theil des Raumes und die *scala tympani*, der an der Innenwand des Gehäuses befindliche *canalis perilymphaticus*, dehnen sich also nicht über den ganzen Bereich der häutigen Schnecke aus. Ein wenig anders stellt sich schon das Verhältniss bei den Schildkröten. Die *scalae vestibuli* und *tympani* treten als ausgedehnte Räumlichkeiten nur an der Aussenwand der Schneckenbasis und an der Innenwand als *ductus perilymphaticus* auf, allein die Spitze der Schnecke füllt die Kapsel viel weniger, wie bei den Schlangen und Eidechsen, sondern dieselbe ist gleichsam frei im unteren Theile derselben suspendirt, allein der Raum, der nun so zwischen der Schneckenspitze und der vom Perioste bekleideten, knöchernen Wandung bleibt, ist durch das dichte, maschige Bindegewebe, das, wie wir wissen, auch an anderen Stellen des Labyrinthes, in dem *cavum perilymphaticum* sich befindet, ausgefüllt und somit die beiden Treppen auf den oberen Basistheil beschränkt und nach unten gegen die *lagena* nur als cavernöser Raum fortgesetzt. Anders bei den Crocodilen, bei denen das Schneckenrohr eine ausserordentlich viel beträchtlichere Entwicklung gewonnen hat, eine Entwicklung, die der des gleichen Theiles der Vögel kaum nachsteht. Die Schnecke dieser Thiere findet sich nicht, wie bei den Schildkröten, innerhalb der *cavitas cochleae* frei suspendirt, ringsum von perilymphatischer Flüssigkeit umgeben, sondern wir finden dieselbe aussen vorne und hinten innen mit den beiden Knorpeln, aus denen sie wie bei den Vögeln besteht, an der *lamina spiralis* und an den vorhin geschilderten *sulcus* gelagert und abwärts ragen, ohne dass jedoch die Schneckenspitze, die *lagena*, das Ende des knöchernen Kuppelblindsackes, den Grund der *lagena ossea* erreicht, sondern zwischen sich und demselben einen Raum frei lässt. Somit wird die Vorderinnen- und die Hinteraussenwand des Schneckenrohres die knöchernen Wandungen nicht berühren, dadurch ein doppeltes *cavum perilymphaticum*, ein vor-

deres, inneres, *scala vestibuli* und ein hinteres, äusseres, *scala tympani* gebildet, die dann am Kuppelblindsack, an der Spitze der Schnecke, wie bei den Vögeln und Säugern mit einander communiciren und die beide, wenn das Schneckenrohr senkrecht stände, mittelst der *apertura cavitatis cochleae* nach oben mit dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofes communiciren würden. Das wird dadurch verhindert, dass die Schnecke nicht senkrecht steht, sondern wie bei den Vögeln bedeutend gekrümmt ist. Diese Krümmung bedingt, dass die hinten aussen gelegene *scala tympani*, die ja durch Hülfe des an der Aussenwand hinten befindlichen *foramen rotundum* gegen den *recessus scalae tympani* offen stehen muss, von dem *cavum perilymphaticum* des Vorhofes abgeschlossen wird. Die Basis, der obere Theil der Schnecke, biegt nämlich im Bereiche der *apertura cavitatis cochleae* aus der senkrechten, in der mehr oder minder der Spitzentheil steht, nahezu horizontal nach hinten über den oberen Theil der *scala tympani* um und da sich derselbe an den hinteren äusseren Umfang der *apertura* (Taf. XXXIII, Fig. 11) anlegt, wird somit die Paukentreppe gegen den Vorhof und gegen die Vorhofstreppe abgeschlossen und diese letztere, die gleichsam mit der Schneckenbasis aus der senkrechten nach hinten umbiegt, öffnet sich weit in das *cavum perilymphaticum* des Vorhofes. Das *cavum perilymphaticum* geht also, um es in näheren Zusammenhang mit den Verhältnissen bei den übrigen Reptilien zu bringen, an der Aussenfläche des *sacculus* in der *apertura cavitatis cochleae* nach unten über die Basis der Schnecke in die *scala vestibuli* vorne innen gegen die Spitze abwärts und dann unter derselben im Kuppelblindsacke aufwärts nach hinten und aussen in die *scala tympani* und dann wie bei den übrigen Reptilien durch das *foramen cochleare* oder *rotundum* in den *recessus scalae tympani*. Ein *canalis perilymphaticus* in der Weise wie bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten ist also nicht vorhanden, sondern wird durch die beiden Treppen repräsentirt.

Dieses *cavum perilymphaticum* sämmtlicher Hohlräume der Gehörkapsel wird nun gerade wie bei den Schlangen und Eidechsen, und das ist wiederum für den Grad der Verwandtschaft bezeichnend, durch das sich überall dicht an den Knochen schmiegende Periost, das bei den Crocodilen als eine sehr feste, weisse und halbdurchsichtige (Taf. XXXIII, Fig. 9, 10 links) Membran auftritt, verschlossen. Dasselbe bildet demnach, wie Clason es richtig bezeichnet, einen mehr oder minder weiten Sack um das häutige Labyrinth und wiederholt nur im Groben die Form desselben und steht mit Ausnahme der *foramina acustica* und der *apertura aquaeductus vestibuli*, die ja durch Weichtheile ausgefüllt sind und an denen sich das Periost als *dura* in die Schädelhöhle hinein weiter begiebt, indem das Periost ebenso wenig wie bei den übrigen niederen Wirbelthieren die Oeffnung überzieht, nur an einer Stelle,

an dem weiten *foramen rotundum*, hinten aussen an der Schneckenbasis, in der *scala tympani*, an den Rändern mit dem Perioste des *recessus scalae tympani* (Taf. XXXIII, Fig. 11 *k*) in Verbindung, so dass also der *liquor perilymphaticus* frei in denselben strömen kann. Ein das *cavum perilymphaticum* ausfüllendes, bald eng-, bald ungemein weitmaschiges Bindegewebsnetz, oder eine perilymphatische Membran, die den Raum in einen inneren und äusseren perilymphatischen theilt, ein ausgebildetes, persistirendes, embryonales Gallertgewebe, wie es bei den Schildkröten und den Fischen in so vollkommener Ausbildung vorhanden ist und das einen gewissen Schluss zulässt, dass der Stammbaum der *Chelonier* weit zurück in der Wirbelthierreihe zu suchen, ist bei den Crocodilen eben so wenig wie bei den Amphibien und den Schlangen und Eidechsen vorhanden. Dennoch verschwindet dasselbe ebensowenig wie bei den Amphibien vollkommen, sondern, wie Clason es schon bei den Eidechsen mit Sicherheit nachgewiesen, finden sich, und das scheint mir sehr interessant, in derselben Weise Rudimente und diese müssen demnach einen *canalis perilymphaticus* bilden. Längs dem freien Rande (Taf. XXXII, Fig. 14 *d*) des hinten und innen gelegenen Schneckenknorpels sehen wir in der *scala tympani* eine zart auslaufende Membran sich an das Periost anlegen, die mit einer gleichen vom hinteren Rande des oberen Theiles der Basis des vorne innen gelegenen Knorpels sich vereinigt und im Umfange des *foramen cochleare s. rotundum*, umkleidet vom Perioste sich zu einem Canale, einem *canalis s. ductus perilymphaticus* umwandelt, der also gegen die *scala tympani* und somit gegen das *cavum perilymphaticum* überhaupt offen steht und durch das *foramen* in den *recessus* tretend, hier, wie wir in der nächsten Abhandlung sehen werden, einen *saccus perilymphaticus* bildet (Taf. XXXIII, Fig. 11 *d*), wie wir bereits einen solchen bei anderen Reptilien kennen. Es gelingt ausserordentlich leicht, diesen periostalen, perilymphatischen Sack, namentlich im Bereiche der oberen Räumlichkeiten der Gehörkapsel, freizulegen und ferner ist es nicht schwer, aus demselben die häutigen Theile zu isoliren, so dass also die Verbindung eine sehr lockere sein muss, weit lockerer, als es namentlich an den Ampullen und Bogengängen der Amphibien und der Schlangen und Eidechsen der Fall. Schwer dagegen ist es, sich von dem Verhalten der Membran des *canalis perilymphaticus* im Bereiche der *scala tympani* zu überzeugen, was am besten gelingt, wenn man vom *recessus* aus den oberen Rand des *foramen rotundum* vorsichtig abträgt. Bei der Herausnahme der Schnecke sieht man die Membran nur in Fetzen den Knorpeln der Schnecke anhaften (Taf. XXXII, Fig. 14). An den sehr schönen Zeichnungen, die Ibsen in seiner Arbeit von dem Gehörorgane der Crocodile gegeben, die alles

übertreffen, was bisher geleistet worden ist, ist dieses Verhalten der Membran sehr klar dargestellt.

Das häutige Gehörorgan habe ich in den meisten Bestandtheilen nicht blos nach der morphologischen, sondern auch nach der histologischen Seite hin untersucht und ich bedaure nur, dass in letzterer Beziehung die Darstellung der Schnecke Manches zu wünschen übrig lässt, allein da ich nur eine einzige zur Disposition hatte, so hielt ich es für meine Pflicht, dieselbe wegen mancher sehr interessanter Formverhältnisse *in toto* zu conserviren. Wenn man aber schon mit blossem Auge, und soweit schwächere Vergrösserungen anwendbar, sieht, wie dieselbe mit der der Vögel übereinstimmt, so wird man wohl annehmen dürfen, dass auch in den feinsten histologischen Verhältnissen Uebereinstimmung vorhanden, besonders auch, was die Nervenendapparate betrifft. Ich empfehle diesen Gegenstand zur weiteren Untersuchung, nachzuforschen, ob diese *a priori* gewonnene Ansicht die richtige.

Ich beginne zuerst wiederum mit den Ampullen und den Bogengängen, von denen je drei zu unterscheiden sind (Taf. XXXIII, Fig. 10 *h*, *i*, *k*), ein sagittaler vorderer, ein frontaler hinterer, ein horizontaler äusserer mit zugehörigen Ampullen, die sämmtlich ebenso wenig wie bei den übrigen Wirbelthieren in den entsprechenden Ebenen liegen, sondern mindestens bis zu 30^{0} daraus abweichen. Die horizontale und sagittale Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 15) liegen auch hier als vordere (Taf. XXXII, Fig. 12 *e*, *g*) zusammen und stehen ein wenig höher, als die hintere (Fig. 12 *d*). Ueber die Lagerungsweise derselben im *cavum anterius* und *posterius* habe ich bereits gesprochen. Die horizontale (Taf. XXXII, Fig. 12 *e*), vorne am weitesten nach aussen und zugleich ein wenig höher gelegene Ampulle bietet, wie bei den meisten Wirbelthieren, in ihrer Form insofern eine Abweichung dar, als sie mehr einen gleichmässigen Kolben (Taf. XXXII, Fig. 15 *e*) darstellt, während die anderen beiden einen flachen, unteren Boden und ein stark gewölbtes Dach besitzen, was bei dieser nur wenig angedeutet. Sie sieht im Uebrigen nach hinten und innen, der Boden in die entgegengesetzte Richtung und ein wenig nach abwärts. Ueber diesen schlägt sich die Furche, der *sulcus transversus*, auf die obere Seitenwand, während die untere so gut wie frei bleibt. Dort sehen wir dann (Taf. XXXII, Fig. 15 *c*) die zungenförmige *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 23) mit dem dunklen Flecke am Ende derselben, dem *planum semilunatum* durchschimmern. Von den beiden Ampullen der verticalen Bogengänge sieht das Dach der vorderen, sagittalen (Taf. XXXII, Fig. 12 *g*) nach oben innen und hinten, der Boden in die entgegengesetzte Richtung, während bei der frontalen, hinteren, etwas tiefer gelegenen (Taf. XXXII, Fig. 12 *d*, Fig. 13 *d*), das Dach nach oben vorne und innen, der Boden dem ent-

sprechend nach aussen hinten und unten sieht. Beide Ampullen zeigen, über die Mitte des Bodens verlaufend, die *fossa transversa,* die an den unteren Theilen der Seitenwände in gleicher Höhe symmetrisch endet und in ihrem Bereiche die *crista acustica* mit den *plana semilunata* durchschimmern lässt. Ueber das Dach schlagen sich dann, durch eine starke Einschnürung von demselben abgesetzt, die drei Bogengänge, die bereits Windischmann zum Gegenstande einer im Ganzen richtigen Beschreibung gemacht. Der horizontale Gang (Taf. XXXII, Fig. 12 *c*) verläuft anfangs in seinem Canale oberhalb des *foramen vestibulare* mit einer nach aussen gewandten, starken Convexität nach hinten und ein wenig abwärts, schlägt sich darauf über das Dach der frontalen, hinteren Ampulle, jedoch nicht, wie bei den Vögeln, über den Bereich desselben nach hinten, um dann mit einer nach vorne oben innen gehenden Krümmung an der Aussenseite des unteren Endes der Commissur, ein wenig ampullenförmig erweitert, rechtwinkelig zu münden. Der vordere, sagittale Gang (Taf. XXXII, Fig. 12 *b*), der nach oben innen und hinten verläuft und länger als der hintere ist, erscheint nicht so stark gekrümmt, wie bei den Schildkröten, sondern flacher, wie bei den Eidechsen, ja sogar an seinem unteren Ende auf der convexen Seite ein wenig eingebogen, der hintere, frontale dagegen (Taf. XXXII, Fig. 12 *a*) nach oben innen und vorne verlaufend, erscheint leicht Sförmig gebogen und mündet mit dem vorderen in die an der inneren Kante der Oberfläche der Labyrinthpyramide gelegene, mehr der hinteren, als der vorderen Hälfte derselben angehörige Commissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *f*). Die Bogengänge sowohl wie die Ampullen sind entsprechend der Grösse der Thiere derbe, knorpelartig, ebenso wie bei den Schildkröten und zeigen einen schmalen, auf der concaven Seite der Bogengänge (Taf. XXXII, Fig. 17, Fig. 18 *a*), und über das Dach der Ampullen verlaufenden Streifen, dessen entwicklungsgeschichtliche Bedeutung ich schon so oft behandelt. Bemerkenswerth erscheint mir auch die Art der Einmündung der vorderen Ampullen in den *recessus utriculi.* Sie münden nämlich nicht beide gemeinsam direct, sondern wir sehen zuerst die horizontale (Taf. XXXII, Fig. 15) mit der sagittalen sich vereinigen und in diese, in den hinteren Theil der äusseren Seitenwand münden und dann erst geht die vordere, verticale Ampulle mittelst einer halbmondförmigen, verhältnissmässig schmalen Spalte (Taf. XXXII, Fig. 15 *b*), die schräg von oben und aussen, nach unten und innen verläuft, in den *recessus utriculi* über. Die Aussenfläche der Bogengänge sowohl wie der Ampullen erscheint rauh (Taf. XXXII, Fig. 29) auf dem Querschnitte gleichsam wie ausgenagt und es erheben sich von der Oberfläche bald dickere, bald dünnere Bindegewebsstränge, die zur Befestigung mit dem Perioste dienen, das ebenso wenig wie die Oberfläche des häutigen Labyrinthes

ein wirkliches Epithel besitzt und diese Befestigungsfäden, die namentlich in der Nähe der Anlagerung der Bogengänge und der Ampullen an das Periost entwickelt sind und den perilymphatischen Raum durchsetzen, sind die Ueberreste des ausfüllenden Gallertgewebes. Ausserdem werden dieselben von einem ausserordentlich zierlichen Netze feiner Gefässe umsponnen, die sich an der concaven Seite der Bogengänge, wie bei den Vögeln und Säugern, und an dem Dache der Ampullen zu stärkeren, der Länge nach verlaufenden Stämmchen sammeln.

Die Bogengänge sind derbe, cylindrische Röhren, die möglicherweise unter sich geringe Form- und Dickendifferenzen darbieten, worüber ich aber nichts Näheres anzugeben vermag und zeigen bei einem Schnitte, der den convexen Theil von dem concaven trennt, an der Mitte dieses (Taf. XXXII, Fig. 17 *a*) den dunklen, schmalen, leicht gewundenen Zellstreifen, die *raphe*. Auf dem Querschnitte (Taf. XXXII, Fig. 16) durch die dicke Wandung bekommen wir ein kreisförmiges Lumen, das von einem Epithellager glatt ausgekleidet ist. Die derbe Wandung besteht aus dem bekannten Spindelknorpel mit homogener Intercellular substanz und den darin in ringförmiger Anordnung gelagerten Spindelzellen. Gefässe habe ich innerhalb derselben nicht beobachtet, ohne damit behaupten zu wollen, dass dieselbe nicht an einzelnen Stellen von solchen durchsetzt sein kann. An der concaven Fläche erscheint die Wand ein wenig dicker, als an der entgegengesetzten. Die Innenfläche zeigt eine feine Basalmembran von derselben Dicke und Beschaffenheit (Taf. XXXII, Fig. 32 *a*) wie bei den übrigen Thieren und auf ihr ruht ein schönes, helles, polygonales, niedriges Pflasterepithel (Taf. XXXII, Fig. 16) mit rundlichen, dunklen Kernen im Grunde der Zellen. Dasselbe ändert, gerade wie bei den Schildkröten, nur an zwei Stellen ein wenig seinen Character. Zunächst an der *raphe* (Taf. XXXII, Fig. 16 *b*) und dann an der Mitte der gegenüberliegenden Wand. Gegen die *raphe* hin werden die Zellen allmälig etwas höher und dieselben haben namentlich in der Mitte den Character heller, niedriger Cylinder, deren Durchmesser natürlich kleiner, wie der der Pflasterzellen und sie sind so angeordnet, dass sie, wie wir das oft gesehen, gegen die Mitte hin convergiren. Die an der gegenüberstehenden, convexen Wand befindlichen, gleichsam ein Spiegelbild der *raphe* bildenden Zellen sind nur etwas höhere Pflasterepithelien.

Bei der Betrachtung der histologischen Verhältnisse der Ampullen müssen wir Dach, Seitenwände und Boden gesondert betrachten.

Das namentlich an den verticalen Ampullen stark gewölbte Dach zeigt bei der Flächenbetrachtung seines Binnenraumes (Taf. XXXII, Fig. 18) einen wie in den Bogengängen in der Mitte verlaufenden, schmalen, leicht geschwungenen, dunklen Zellstreifen, die *raphe* oder

den Dachstreifen und auf dem Querschnitte sehen wir von den Seitenwänden her bis in die Mitte des Daches (Taf. XXXII, Fig. 29) die Masse des die Wandung constituirenden Spindelknorpels immer mächtiger werden und eine bedeutende Dicke erreichen, ohne dass der Character desselben gegenüber dem in den Bogengängen verändert wird. Nur insofern finden wir eine Abweichung, als mit der Dickenzunahme der Wandung innerhalb des Spindelknorpels Gefässe verlaufen (Taf. XXXII, Fig. 29), die den umspinnenden entstammen. Die Binnenwand des Daches ist, wie die übrigen Theile der Ampulle und wie in den Bogengängen von einer zarten, homogenen Basalmembran bekleidet und diese von einem ebenso schönen, hellen, polygonalen Pflasterepithel, dessen Zellen wie in den Bogengängen gegen den Dachstreifen hin eine Höhenzunahme erfahren (Taf. XXXII, Fig. 29 *a*), die in der Mitte desselben am beträchtlichsten. Die Zellen haben hier wieder den Character niedriger, gegen die Mitte convergirender, heller Cylinder, deren höchste den Kern in der Mitte ihres protoplasmatischen Leibes tragen.

Die etwas dünneren Seitenwände, die im Uebrigen in dem grössten Theile ihrer Ausdehnung von demselben Pflasterepithel wie das Dach bekleidet sind, zeigen nur in der Mitte und zwar, was die verticalen Ampullen betrifft, gleichmässig an beiden Seiten, was die horizontale angeht, nur an der oberen Besonderheiten. Abgesehen davon, dass an ihnen das Ende der *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 19 *b*) und des *sulcus transversus* emporsteigt und dass die Spindelknorpelmasse besonders dick ist, treffen wir dort ein halbmondförmig um das Ende der *crista* herumgelegtes, dunkleres Zellfeld (Taf. XXXII, Fig. 19 *a*), das *planum semilunatum*. Wo dasselbe sich findet, ist eben die Spindelknorpelmasse dicker und der Uebergang gegen die gewöhnlichen Pflasterzellen ein ganz allmäliger (Taf. XXXII, Fig. 30 *b*, *c*). Die auf der Aussenfläche verlaufenden Gefässe (Taf. XXXII, Fig. 19) convergiren gegen das Ende der Gehörleiste. Das Epithel des *planum semilunatum* zeigt nicht die schöne Zellenmosaik, die wir bei den Schildkröten auftreten fanden, allein dennoch sehen wir eigenthümliche Zeichnungen über die Oberfläche verlaufen (Taf. XXXII, Fig. 30 *b*), die wir bereits an anderen Stellen bei anderen Thieren haben kennen gelernt. Das manifestirt sich namentlich an den Zellkernen. Wir finden dieselben zuweilen, aber undeutlich in Wirtel angeordnet, häufiger dagegen trifft man concentrische Bogensegmente, oder in einfachen Bogen angeordnete Zellen, die mehr oder minder ausgedehnte, rundliche Haufen umkreisen. Es beruht das darauf, dass die einzelnen Zellen bei der Flächenansicht nicht alle gleichmässige Kreise darstellen, sondern sie bilden in zusammenhängenden Reihen gleichmässig runde, oder mehr gleichmässig spindelförmige For-

men und so muss dann die im übrigen gleichgestaltete Zellmasse bestimmte Zeichnungen zeigen. Auf dem Querschnitte (Taf. XXXII, Fig. 32, 33) bieten die Zellen ein Bild, wie ich es schon so häufig beschrieben. An der Peripherie des *planum semilunatum* (Taf. XXXII, Fig. 32) verwandeln sich die polygonalen Pflasterzellen in niedrige Cylinder, oder mehr cubische Zellen, die nun gegen die *crista acustica* hin immer mehr an Höhe zunehmen (Taf. XXXII, Fig. 33), dabei in gut conservirtem Zustande glashell sind, mit sehr sparsamen Granulationen und gleichzeitig sehen wir dann, dass je höher die Zellen werden, desto mehr die Kerne sich aus dem Grunde derselben erheben und allmälig gegen die Mitte emporsteigen, wo sie dann bis an die *crista* heran verbleiben.

Der flache Boden, der namentlich an den verticalen Ampullen in der Mitte die quere Einziehung, den *sulcus transversus* zeigt, der sich dann an den Seiten allmälig verflacht und zum Eintritt des mit bipolaren Ganglienzellen versehenen Nervenastes dient, der einfach an der horizontalen (Taf. XXXII, Fig. 23 *a*), bei seinem Eintritt in den *sulcus* der verticalen sich in zwei Aeste theilt, trägt die stark vorspringende Leiste, die *crista acustica* (Taf. XXXII, Fig. 20, 21, 22). Diese verhält sich verschieden in den verticalen Ampullen und in der horizontalen. In dieser (Taf. XXXII, Fig. 22, 23) erhebt sie sich wenig aus dem schmalen Boden und wird erst an dem Uebergange zur oberen Seitenwand am höchsten, um dann allmälig wieder zu verflachen, während dagegen bei jenen die Gehörleiste, die in der Mitte des Bodens am höchsten emporsteigt (Taf. XXXII, Fig. 21), gleichmässig an beiden Seitenflächen sich verflacht. Im Ganzen ist die Erhebung in diesen beträchtlicher, als in der horizontalen. Die obere Fläche der *crista* ist abgerundet (Taf. XXXII, Fig. 33) und nur an den Enden derselben plan und verbreitert. Dort treten dann die *plana semilunata* auf, von denen sich jedoch in der horizontalen Ampulle nur eines am Ende der Gehörleiste, an der oberen Seitenwand findet. Dann zeigen die *cristae* der frontalen und sagittalen Ampulle noch eine im hohen Grade interessante Eigenthümlichkeit. Wir finden nämlich über die Mitte der Seitenflächen (Taf. XXXII, Fig. 20 *a*, Fig. 21 *b*) der Abhänge, die sich senkrecht aus dem Boden bis zur Basis der gewölbten, oberen Fläche erheben, breite niedrige Wülste verlaufen, die unter der oberen Fläche am breitesten und zugleich am höchsten erscheinen. Betrachtet man nun eine Leiste so, dass man die obere Wölbung von der Fläche zu Gesicht bekommt (Taf. XXXII, Fig. 20), so zeigt sie einen Anklang an die Kreuzgestalt, die wir in so ausgeprägter, characteristischer Form bei den Schlangen, Eidechsen und Vögeln auftreten sehen, nur dass hier diese Seitenwülste viel niedriger und abgerundeter erscheinen und nicht mit scharfer Kante vorragen. Sie bilden bei den Crocodilen ein Mittelding zwischen den *cristae* der Schild-

kröten und der Vögel, oder zwischen denen der Schildkröten und der Eidechsen. Bei den *Cheloniae* finden wir dieselben kaum als schwache Ausbiegungen der Seitenwände angedeutet, hier sind sie stärker geworden, um dann als quere Schenkel der kreuzförmigen Gehörleisten zum letzten Male in den verticalen Ampullen der Vögel den Höhepunct ihrer Entwicklung zu gewinnen. Legt man die Leisten nun so, dass man ihre Seitenflächen betrachten kann (Taf. XXXII, Fig. 21, 23), so sieht man dann weiter aus der Tiefe der verticalen Ampullen die Nervenäste divergirend und in Bündel getheilt (Taf. XXXII, Fig. 33 *c*) zu beiden Seiten der Mittellinie gegen die Oberfläche empor verlaufen, während in der horizontalen die Nervenäste compact, schräg gegen das Ende der Leiste an der oberen Seitenwand ziehen und während dieses Verlaufes senkrecht gegen die freie Oberfläche emporziehende Nervenbündel abgeben.

Die Masse der *cristae* besteht wiederum aus Spindelknorpel, dessen Zellen (Taf. XXXII, Fig. 33) mit ihren Fortsätzen auf- und abwärts gerichtet sind. Das Centrum wird von den zu Bündeln zusammengedrängten, doppeltcontourirten Nervenfasern durchsetzt und erst hoch oben in der Leiste zerfallen dieselben (Taf. XXXII, Fig. 33) in sekundäre Bündel, die ebenfalls senkrecht aufsteigen und diese lösen sich erst dicht unter der Oberfläche in ihre einzelnen Fasern auf, die mitunter einen schwachen Plexus bilden und dann jede für sich den Basalsaum durchbohren. Vor der Durchbohrung verlieren die doppeltcontourirten Fasern ihre Markscheide und werden zu blassen, mit Schwann'scher Scheide versehenen Axencylindern. Die Oberfläche der Spindelknorpelmasse zeigt wiederum die homogene Basalmembran, und was die Zellbekleidung an den Seitenwänden betrifft (Taf. XXXII, Fig. 33 *d*), so stellen dieselben niedrige Cylinder, oder mehr cubische Zellen mit grossem, rundlichen Kerne dar, und diese nehmen erst in der unmittelbarsten Umgebung (Taf. XXXII, Fig. 33 *b*) der abgerundeten, oberen Fläche rasch an Höhe zu und bekommen ein glashelles Aussehen, wie die der Mitte des *planum semilunatum*. Sie tragen dann den Kern in der Mitte, um darauf von dem Nervenepithel abgelöst zu werden.

Was nun dieses betrifft, so waren die von mir untersuchten *cristae* nicht so vollkommen conservirt, dass es möglich gewesen wäre, nach allen Seiten hin die Natur der Constituenten zu erforschen, allein ich habe wenigstens so viel gesehen, dass ich mich berechtigt halte, ein Urtheil über dasselbe zu fällen und mich dahin auszusprechen, dass es sich nicht anders verhält, wie bei den anderen Wirbelthieren. Ein Wald feiner Haare (Taf. XXXII, Fig. 23 *c*) überragt dieses Epithel, von denen ich die einzelnen nicht in ihrer ganzen Länge verfolgen konnte, da ihre feine Spitze sich durchgehends in Myelintropfen umgewandelt und die Haare ragen dann wieder, wie ich das auf das Unzwei-

felhafteste gesehen, in eine homogene Membran, eine *membrana tectoria* oder *cupula terminalis* (LANG) (Taf. XXXII, Fig. 21 *a*). Diese begiebt sich nicht über den Bereich des Nervenepithels hinaus. Die *cristae* mit ihrem Nervenepithel und ihren *cupulae terminales* ragen gut bis zu $^2/_3$ der Höhe des Binnenraumes der Ampullen empor. Das Nervenepithel (Taf. XXXII, Fig. 33 *a*) zeigte auf dem Querschnitte dieselben zwei Kernreihen übereinander gelagert, wie ich sie bei allen Gehörleisten angetroffen und von denen die obere zu den Stäbchen oder Gehörzellen gehörte, während die untere den Isolations- oder Zahnzellen eigenthümlich. So wird denn auch hier das Nervenepithel aus diesen beiden Zellformen bestehen, die bei der Flächenbetrachtung als grössere, von kleineren umgebene Kreise sich darstellen, von denen die grösseren den Gehör-, die kleineren den Isolationszellen angehören. Die Nerven habe ich nicht über die Knorpelmasse hinaus verfolgen können.

Nähere Angaben vermag ich mit Bezug auf ihren mikroskopischen Bau über die so wichtige *membrana tectoria s. cupula terminalis* zu machen. Es ist eine derbe, aber ausserordentlich leicht aus ihrer Lage zu bringende Membran, die nur bei äusserst sorgsamer Isolation der *crista* und auch dann nur im glücklichen Falle in ihren Verhältnissen zu Gesicht kommt. Sie ist structurlos, glashell, durchsichtig und bietet nur an der dem Nervenepithel aufliegenden Fläche besondere Structurverhältnisse, wie wir das auch bereits bei anderen Wirbelthieren gesehen. Ich bin dabei lebhaft an die Zeichnungen erinnert, die man über das Nervenepithel der *cristae* bei den *Cyclostomen* verlaufen sieht und die ihre Ursache in einer besonderen Anordnung der Gehör- und Isolationszellen haben (Taf. XXXII, Fig. 34). Ausserdem sieht man die ganze Nervenepithelfläche der Deckmembran mit grösseren und kleineren (Taf. XXXII, Fig. 34 *a*, *b*), dicht aneinander gedrängten und nur durch dünne Substanzbrücken von einander getrennten Oeffnungen versehen. Dieselben erscheinen bald kreisrund, bald länglich oval, namentlich was die grösseren betrifft, während die kleineren in ihrer überwiegenden Mehrzahl kreisrund sind. Die grösseren führen in glockenförmige Hohlräume, die zur Aufnahme der einzelnen Gehörhärchen dienen und ihre Ränder ruhen auf der Peripherie des Verdickungssaumes der Gehörzellen, der wohl auch bei diesen Thieren sich finden wird, während die kleineren die Oeffnungen flacher Vertiefungen darstellen, in die sich die wohl auch bei den Crocodilen vorhandenen, keulenförmigen, freien Enden der Isolationszellen hineinlegen.

Die Bogengangcommissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *f*) stellt eine kurze, nach hinten unten und aussen gerichtete, zartwandige, cylindrische Röhre dar, in die oben zunächst die verticalen Gänge münden, während unten von der Aussenseite her mit einer Erweiterung der hori-

zontale Gang kommt und zwar geschieht die Einmündung mit allmäliger Verdünnung ihrer Wandungen. Die Spindelknorpelmasse verwandelt sich in eine homogene Bindegewebsmembran und zwar durch Abnahme und Umänderung der homogenen Grundsubstanz und durch Umwandlung der spindelförmigen Zellen in mehr rundliche, die nach verschiedenen Seiten ihre Ausläufer senden. Der horizontale Gang mündet so, dass das ausgeschnittene, vordere Ende der Innenwand desselben (Taf. XXXII, Fig. 24 *d*), mit dem vorderen Ende der Aussenwand der Verbindungsröhre der frontalen Ampulle verschmilzt, während die Aussenwand continuirlich in die Aussenwand des *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 26 *b*) übergeht. Die Commissur trägt ebenso wie die gleichbeschaffene Verbindungsröhre der alleinstehenden, hinteren Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 13 *m*) an den meisten Stellen ein helles, polygonales, niedriges Pflasterepithel, ähnlich wie in den Bogengängen und Ampullen, allein hier und da sieht man dunklere Zellflecke auftreten, innerhalb deren sich eine wirtelartige Anordnung der Zellen geltend macht und das wird dadurch bedingt, dass einmal die Pflasterzellen stärker granulirt und von geringerem Durchmesser erscheinen und dann zugleich ihre Form ändern. Sie sind mehr spindelförmig und convergiren gegen das Centrum des Fleckes in bogenförmigen Reihen. Solche Flecke scheinen mir vorzugsweise an der inneren Wand vorhanden zu sein.

Der *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 13 *g*, Taf. XXXII, Fig. 26 *b*), der sich von vorne unten und aussen, nach hinten oben und innen erstreckt und wie bei den Schlangen und Eidechsen unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel mit der nach oben innen und vorne verlaufenden Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Taf. XXXII, Fig. 13 *m*), am unteren Ende der Commissur zusammenstösst und so wie diese an dem unteren Theile ihrer Aussenwand ein wenig von dem unterliegenden Sacke (Taf. XXXII, Fig. 26 *e*) überlagert erscheint, lässt sich auch bei den Crocodilen in einen an die vorderen Ampullen anstossenden *recessus utriculi* (Taf. XXXII, Fig. 13 *a*) und in einen eigentlichen *utriculus* trennen, die durch einen schwachen Einschnitt an der Unterfläche und durch eine entsprechend schwache Leiste am Boden des Binnenraumes von einander abgesetzt sind. Der eigentliche *utriculus* ist eine weite, dünnwandige, cylindrische Röhre, deren Wandung dieselben Structurverhältnisse wie die Commissur darbietet und die von Gefässen dicht umsponnen erscheint. Nur das Epithel bietet besonders am Dache, an der Ober- und Innenwand Besonderheiten dar, auf die ich aus vergleichend anatomischen Gründen die Aufmerksamkeit lenken möchte. Die gewöhnliche Zellbekleidung besteht aus den unregelmässigen, polygonalen, hellen Pflasterzellen, wie in der Commissur, allein an den oben

angegebenen Wänden finden wir dunklere, mehr granulirte (Taf. XXXII, Fig. 35) auftreten, die ich wohl als Pigmentzellen beschrieben habe, ohne damit andeuten zu wollen, dass wirklich Pigment in denselben abgelagert ist. Ich gab ihnen deswegen ihren Namen, weil wir solche bei den Fröschen in eigenthümlicher gelber Färbung am Boden der Ampullen auftreten sahen. Diese Zellen erinnern auf das Lebhafteste an die Zellen mit sternförmigen Querschnitt, wie sie bei den Fischen von M. Schultze beschrieben sind und von denen ich nach dem Vorgange von Hartmann behauptete, es handle sich um dunklere Zellencomplexe, die zwischen die Pflasterzellen entweder zusammenhängend, wie in den Ampullen der Frösche, oder in unregelmässigen Gruppen zerstreut, wie bei den Fischen, zwischen die gewöhnlichen Pflasterzellen eingesprengt sind. Bei den Crocodilen sehen wir etwas Aehnliches. Wir finden solche dunkelgranulirte, mit rundlichen Kernen versehene Pflasterzellen in den allermannigfaltigsten Formen (Taf. XXXII, Fig. 35) bald spindelförmig, bald polygonal, bald mit feinen Ausläufern versehen, entweder einzeln oder in Gruppen zu zwei zwischen den hellen Pflasterzellen gelagert und ich halte sie demnach für homolog denen, die bei den Fischen und Fröschen als Zellcomplexe mit sternförmigem Querschnitte beschrieben sind. Diese Zellen der Fische haben nun aber seit den neuen, schönen Untersuchungen von Retzius[1]) über das Fischgehörorgan, die beinahe gleichzeitig mit den meinigen in die Oeffentlichkeit traten, ein besonderes Interesse gewonnen. Er hält es für möglich, dass es sich um contractile Zellen handle, die im Binnenraume des Gehörorganes über der gewöhnlichen Pflasterepithelbekleidung gelagert sind, deren Kerne dann durch den protoplasmatischen Körper dieser Zellen durchschimmern und so die mit vielen Kernen versehenen Zellen, mit sternförmigem Querschnitte (M. Schultze) vortäuschen können. Er glaubt, es beruhe auf einem Irrthum, wenn Hartmann und ich dieselben als Zellcomplexe betrachten. Ich gestehe, dass mich diese Ansicht des geehrten Forschers lebhaft interessirt, um so mehr, weil mir die proteusartige Gestalt dieser Zellen gleich von Anfang an aufgefallen und in mir wohl den Gedanken an contractile Zellen wach rief, die ich von vorne herein überall anzunehmen geneigt bin, wo an einfachen Zellen starke Formenwechsel vorkommen. Ich habe nämlich bei den Crocodilen (Taf. XXXII, Fig. 35 *a*) (die Fische habe ich nicht wieder untersucht) durch einen Theil dieser dunklen Zellen an einzelnen Stellen, aber selten Contouren, die den benachbarten, hellen Pflasterzellen angehören, durchschimmern sehen, allein dieser Befund ist so vereinzelt gewesen, dass ich auf Grund desselben nicht durchaus geneigt bin, mich

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm 1872.

der Ansicht von Retzius anzuschliessen, dass wirklich alle Zellen die Pflasterzellen decken, denn bei den Crocodilen sind die meisten von ihnen zwischen sie eingesprengt. Immerhin ist die vorhin angeführte Thatsache zu Gunsten der Ansicht von Retzius sprechend und es würde mich freuen, wenn dieselbe durch weitere Forschungen Bestätigung fände und somit die Differenz zwischen den Ansichten M. Schultze's und den meinen mit Bezug auf diese Gebilde vollkommen gelöst würde.

Der *recessus utriculi* (Taf. XXXII, Fig. 13 *a*), der nur mittelst einer Spalte, die ich bereits beschrieben, mit dem Raume der vorderen Ampullen, speciell der sagittalen, communicirt und somit durch eine sehr tiefe Einschnürung von denselben abgesetzt ist, ist in seiner Wandung beträchtlich verdickt und namentlich am Boden, der die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 25) trägt und der von den Utricularästen des *acusticus* durchsetzt wird. Sie besteht aus Spindelknorpelmasse, die im Binnenraume, abgesehen von der homogenen, feinen Basalmembran am Dache, an der Aussen- und Innenwand ein Epithel trägt, das wie in dem eigentlichen *utriculus* gestaltet, hier und da wieder die dunklen Zellen zeigt, die ich so eben ausführlicher betrachtet. Erst an dem Boden, in der Umgebung der *macula acustica* wird das Epithel (Taf. XXXII, Fig. 36) allmälig wie im *planum semilunatum* höher, cylindrisch. Die Zellformen sind identisch mit denen des *planum*, glashell und sie tragen dort, wo sie wie in der unmittelbarsten Nähe der *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 37 *c*), ihre grösste Höhe erreichen, den Kern in der Mitte. Die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 25) ist nicht vollkommen rundlich, sondern an der einen Kante halbmondförmig ausgeschnitten und sie ist von einer gleichgeformten Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 27) überlagert, auf die ich gleich näher zu sprechen komme. Die gegen die Ampullen hin immer mehr sich verdickende Spindelknorpelmasse des Bodens des *recessus* zeigt ausser den fächerartig ausstrahlenden Nerven, die anfangs in Bündel zusammengedrängt sind und dann in ihre Fasern zerfallen und gegen die freie Oberfläche emporverlaufen, ausserordentlich reichliche Gefässe und was dann das Nervenepithel betrifft, so ist es mir besser wie in den Ampullen gelungen, den Character desselben festzustellen (Taf. XXXII, Fig. 37) und die Identität mit demjenigen der übrigen Wirbelthiere nachzuweisen. Wir haben auch hier wieder die beiden Kernreihen, von denen die der Basalmembran mehr oder minder dicht aufliegende, den hohen, cylindrischen Isolationszellen angehört, die in ihrem peripheren Ende fadenförmig auslaufen, während die andere zu den Gehörzellen gehört, zwischen denen sich die erste Zellform emporstreckt und die (Taf. XXXII, Fig. 37 *b*) die bekannte Flaschenform, den Kern in dem Bauche der Flasche, besitzen, während sich an der freien Oberfläche ein Verdickungs-

saum cuticularer Natur befindet, aus welchem sich dann ein ungemein spitz auslaufendes, kurzes Haar erhebt (Taf. XXXII, Fig. 37 *a*). Von der Fläche betrachtet sehen wir demnach, entsprechend den Stäbchen oder Gehörzellen, grössere Kreise auftreten, die von kleineren, den oberen Enden der Isolations- oder Zahnzellen umgeben sind. Den Zusammenhang der Nerven mit den Hörzellen und das Verhalten derselben im Epithel überhaupt habe ich wegen unzureichenden Materiales nicht zu eruiren vermocht. Was nun schliesslich die Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 27) betrifft, so ist diese sehr leicht *in toto* abzuheben und das rührt daher, dass dieselbe von einer ziemlich festen, homogenen Otolithenmembran (Taf. XXXII, Fig. 27) sackartig umschlossen wird. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, zu constatiren, ob wie bei den Fischen an derjenigen Fläche der Membran, die dem Nervenepithel der *macula* aufliegt, und in der *membrana tectoria* Oeffnungen glockenförmiger Räume vorkommen, in die die Gehörhaare hineinragen, wenn mir auch solches nach dem Verhalten bei anderen Thieren, namentlich den Schildkröten, nicht unwahrscheinlich.

Der vorzugsweise unter und hinter dem *utriculus* (Taf. XXXII, Fig. 12, 13, 24), unter dem unteren Ende der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, ähnlich wie bei den Schildkröten sich ausdehnende Sack besitzt nahezu (Taf. XXXII, Fig. 12 *l*) eine kugelrunde Gestalt und liegt, wie bereits erwähnt (Taf. XXXII, Fig. 26), mit seinem oberen Theile in geringer Höhe nach aussen von den soeben erwähnten Theilen, mit dem grössten Theile seiner Innenwand aber in dem *recessus sacculi* der *cavitas vestibuli* bis zur Vorhofsleiste herunter. Vorzugsweise an diesen letzteren Theil breitet sich der Sacknerv aus, zu dem sich dann noch, wie Windischmann behauptet, ein Ast des Schneckennerven gesellt. Hinten in der Mitte ziehen sich die Sackwände zu einer kurzen, vor der hinteren, frontalen Ampulle gelegenen, nach vorne übergebogenen, cylindrischen, derben Röhre (Taf. XXXII, Fig. 13 *d*) aus, dem *canalis reuniens*. Die Sackinnenwand, die die *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 26 *e*) trägt, ist sehr dick, die Aussenwand dagegen eine zarte Membran, durch welche (Taf. XXXII, Fig. 12) die den Sackbinnenraum nahezu ganz bis auf geringe Zwischenräume oben vorne ausfüllende Otolithenmasssе (Taf. XXXII, Fig. 28) deutlich durchschimmert. Der Sack lässt sich nahezu vollständig von den anliegenden Theilen, so auch von der Aussenwand des *utriculus* isoliren. Nur an einer wenig ausgedehnten Stelle, gerade unterhalb der Mitte der Einmündung der Commissur, an dem unteren Theile der Aussenwand, wo *utriculus*, Verbindungsrohr der hinteren Ampulle und Bogengangcommissur zusammentreffen, verbindet sich der Sack mit den anliegenden Theilen, ähnlich wie wir es bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten sehen

und dieser Verbindung entspricht eine Oeffnung im *utriculus* und eine im Sacke und zwar an der Innenwand desselben, die ihr Lumen nach aussen kehrt (Taf. XXXII, Fig. 26 *c*, Fig. 24 *e*). Unterhalb und etwas nach vorne von dieser finden wir eine zweite, grössere (Taf. XXXII, Fig. 24 *f*, Fig. 26 *d*), die nach aussen und abwärts sieht und im Niveau des unteren Randes des *utriculus* gelagert erscheint. Es ist die *apertura aquaeductus vestibuli*, die in eine kurze, cylindrische, medianwärts von dem unteren Ende der Commissur (Taf. XXXII, Fig. 13 *e*) gelegene Röhre übergeht, die sich aufwärts zur *apertura aquaeductus vestibuli ossea* begiebt und hier die Innenwand des Gehäuses gegen die Schädelhöhle hin durchsetzt. Diese Vorhofswasserleitung hat schon Ibsen in einer prächtigen Figur sehr schön gezeichnet. Die dunkle *macula acustica* (Taf. XXXII, Fig. 24 *e*) hat, der Otolithenmasse entsprechend, eine rundliche, unten etwas ausgeschnittene Gestalt. Die Aussenwand des *sacculus* wird durch eine zarte, homogene Bindegewebsmembran, die in ihrer Structur der der Schildkröten entspricht und die gegen die Innenwand hin ziemlich schnell in die Spindelknorpelmasse auf eine schon öfters bei anderen Thieren geschilderte Weise übergeht, gebildet. Sie trägt gerade wie bei den Schildkröten ein schönes, hohes, regelmässige Polygone bildendes Cylinderepithel (Taf. XXXII, Fig. 39) mit rundlichen Kernen, das sich erst an dem Uebergange in die Innenwand unten und namentlich oben in ein niederes, unregelmässig polygonales Pflasterepithel (Taf. XXXII, Fig. 38) verwandelt. Diese werden dann, wie im *recessus utriculi* und in den *plana semilunata* in der Umgebung des Gehörfleckes wieder zu schönen, glashellen Cylindern. Ueber die Structur der *macula* besitze ich keine Erfahrungen. Einer oberflächlichen Betrachtung nach zu urtheilen, verhält sie sich in ihrem Nervenepithel nicht anders, wie die *macula utriculi* und das Nervenepithel der Ampullengehörleisten, wie das auch nicht anders zu erwarten. Die Otolithenmasse, die ebenfalls von einer Otolithensackmembran umgeben ist, deren feinere Structur ich ebenfalls nicht eingehend untersuchen konnte, macht den Eindruck eines *lapillus*, wie bei den Fischen, besteht aber aus innig mit einander verbundenen Kalkkrystallchen, wie bei den höheren Thieren, von den *Plagiostomen* angefangen. Der ziemlich dickwandige *canalis reuniens* ist wie der *aquaeductus vestibuli* von einem niedrigen, indifferenten Epithel ausgekleidet und verbindet sich sehr locker mit der Basis der Schnecke, gegen die sein äusseres Ende etwas abwärts gerichtet ist und zwar auf dieselbe Weise wie bei den Vögeln, indem er sich an die innere Wand der oberen Vereinigung der Schneckenknorpel, dem Homologon des Vorhofsblindsackes und an den oberen Rand des *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*) anheftet, das sich aber viel sauberer von ihm trennen lässt, als bei den Vögeln.

Habe ich nun anlässlich meiner Schilderung der Vorhofstheile, des Labyrinthes und der Bogengänge, Derer nur beiläufig gedacht, die vor mir dieses Thema bearbeitet, so liegt das weniger an meinem guten Willen, als darin, dass die Angaben selbst bei Windischmann ausserordentlich dürftig sind. Anders dagegen verhält es sich mit Ibsen und es ist nicht zu viel gesagt, dass meine Beschreibung der morphologischen Verhältnisse in den meisten Beziehungen der Text zu den Abbildungen gewesen ist, die er geliefert und ich halte mich überzeugt, dass, wenn das dem Publicum leider noch immer vorenthaltene Manuscript zu seinen *Tabulae* und seiner *Explicatio tabularum* im Drucke vorläge, meine Schilderung eine Bestätigung seiner Ansichten und *vice versa* wäre. Dasselbe gilt auch für die morphologischen Verhältnisse der Schnecke, die Windischmann eingehender zergliedert und dessen Beschreibung in manchen Puncten die meinige ergänzen kann, wenn ich auch in wesentlichen anderen, namentlich was das *tegmentum vasculosum* betrifft, ihm entgegentreten muss.

Das, wie schon Windischmamn richtig hervorhebt, in allem Wesentlichen mit der Schnecke der Vögel übereinstimmende Schneckenrohr der Crocodile ist, um das gleich als principiell wichtig vorauszuschicken, allseitig geschlossen und der Binnenraum desselben, die *scala media s. cochlearis*, ist wie bei allen Wirbelthieren vollkommen von dem *cavum perilymphaticum* und somit von der *scala vestibuli* und *tympani* abgetrennt. Ferner ist es an seinem unteren Ende, dem häutigen Kuppelblindsacke, oder der *lagena* blind geschlossen, oben aber durch Hülfe der cylindrischen Röhre, des *canalis reuniens* mit dem Binnenraume des *sacculus* in Verbindung. Das Schneckenrohr ist stärker gekrümmt, wie bei den von mir untersuchten Vögeln und zeigt noch ausgeprägter als diese die spiralige Krümmung, die nahezu $^3/_4$ eines langgezogenen Schraubenganges repräsentirt, während sie bei den Vögeln nur $^1/_2$ betrug. Die eine Fläche z. B. des Schneckenanfanges, des oberen Theiles sieht im Wesentlichen nach innen, am unteren Ende dagegen beinahe nach aussen und hinten. Die also anfänglich an der Innenwand gelagerten Theile kommen an der Mitte der Schnecke nach hinten, an dem Ende nach hinten aussen zu liegen (Taf. XXXII, Fig. 12, 13) und daraus kann man sich die Lage der hinteren, vorderen und äusseren Fläche leicht ableiten. Dem entsprechend ändert sich natürlich auch von oben nach unten die Lage der bereits beschriebenen *cava perilymphatica cochleae*, der *scalae*. Das häutige Schneckenrohr ist wie die knöcherne im Ganzen genommen kegelförmig, oben die Basis, unten die ampullenförmig erweiterte Spitze, die *lagena*, der häutige Kuppelblindsack (Taf. XXXII, Fig. 13 *n*, Fig. 14 *f*). Die Schnecke besteht, wie schon Windischmann richtig hervorgehoben, wie bei den Säugern, Vögeln und den übrigen Reptilien, aus vier Thei-

len, aus einem Knorpelrahmen, einem *tegmentum vasculosum*, dem Homologon der *membrana Reissneri* und aus einer *membrana basilaris*, von denen jene den Schneckenbinnenraum, die *scala media*, von der Vorhofstreppe, diese denselben von der *scala tympani* abtrennt.

Der Knorpelrahmen besteht wieder aus zwei oben und unten (Taf. XXXII, Fig. 14 *c, f*) mit einander vereinigten Knorpeln, einem vorderen, dreieckigen (Taf. XXXII, Fig. 12 *h*), dem Homologon des *ligamentum spirale* der Säuger und einem hinteren, viereckigen (Taf. XXXII, Fig. 12 *k*), oder Nervenknorpel, dem Homologon des *limbus spiralis cartilagineus*, deren erste Bildung wir bereits bei den Fröschen verfolgen können. Abgesehen von der Membran des *canalis lymphaticus* erheben sich an den Flächen der Knorpel des Schneckenrohres mit Ausnahme derjenigen, die in den Schneckenbinnenraum sieht, bald dichter, bald sparsamer Faserstränge, aber durchaus nicht so dicht, wie bei den Schildkröten, die Ueberbleibsel des embryonalen die *scalae* ausfüllenden Gallertgewebes und ausserdem sehen wir Gefässe an ihnen entlang verlaufen. Das ganze Schneckenrohr lässt sich füglich wie bei den übrigen Reptilien und bei den Vögeln in eine obere, *pars basilaris* und in eine untere, *pars lagenae* theilen, von denen jene die weit überwiegende ist. Da ich keine eingehenden, histiologischen Untersuchungen habe anstellen können, so vermag ich über die genaue Grenze zwischen den beiden Nichts auszusagen, worauf ich alsbald wieder zurückkommen werde.

Beginnen wir mit der *pars basilaris*, so sehen wir, dass dieselbe ihre grösste Ausdehnung, namentlich in der Breite, oben am *canalis reuniens* (Taf. XXXII, Fig. 14) besitzt und es könnte das auf die Vermuthung führen, dass dem entsprechend auch der Binnenraum der Schnecke, die *scala media*, dort am ausgedehntesten. Das ist aber vollkommen irrig, im Gegentheil, derselbe ist nirgends geringer an Caliber, als gerade am Beginne, am Ende des *canalis reuniens* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*) und nimmt von da an gegen den Kuppelblindsack, die *pars lagenae*, immer mehr an Weite zu, ob aber auf vollkommen gleichmässige, nach bestimmten Gesetzen geregelte Weise, das möchte ich dahin gestellt sein lassen. Um darüber eine Entscheidung zu treffen, wären successive Querschnitte absolut nothwendig. Die grössere Ausdehnung der Schnecke muss also ihre Ursache in der Ausdehnung eines ausserhalb des Bereiches der *scala media* liegenden Theiles haben und da nun *tegmentum vasculosum* und *membrana basilaris* hier wie bei keinem anderen Wirbelthiere dieses thun, so bleibt also nur der Knorpelrahmen mit seinen beiden Schenkeln übrig. Diese sind in der That die Ursache und ich will daher mit deren Schilderung den Anfang machen und vorausschicken, dass sie von oben nach unten continuirlich an Masse ab-

nehmen, natürlich in den Theilen, die nicht den Schneckenbinnenraum begrenzen.

Die Knorpel lehnen sich mit der, ihrer *scala media*-Wand entgegengesetzten, convexen Fläche, die bei beiden ziemlich gleichmässig gekrümmt zu sein scheint, an den Knochen und zwar der vordere, dreieckige, im Anfange eigentlich der vordere äussere, nach abwärts mehr der vordere, das Homologon des *ligamentum spirale* (Taf. XXXII, Fig. 12 *k*) an den *sulcus*, dem Homologon der *lamina spiralis secundaria*, der hintere dagegen, im Anfange der hintere innere (Taf. XXXII, Fig. 13 *k*), der *limbus spiralis cartilagineus* an das Homologon der *lamina spiralis ossea*. Oben liegen beide, wie bereits bemerkt, nahezu horizontal, die *tegmentum vasculosum*-Fläche nach oben, die der Basilarmembran nach unten. Hinten vereinigen sie sich aber wie bei den Vögeln bogenförmig (Taf. XXXII, Fig. 14 *c*) und überwölben gleichsam, die erste Andeutung eines Vorhofsblindsackes, eine nach oben sehende, rundliche Oeffnung (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*), die von dem Beginne des *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 14 *a*) arcadenförmig begrenzt wird, die *apertura scalae mediae*, die auch bei den Vögeln in ähnlicher Weise vorhanden und an deren Circumferenz das nach aussen und abwärts sehende Ende des *canalis reuniens* sich anheftet. Die Form der Knorpel entspricht, so viel ich gesehen, in manchen Beziehungen mehr denen der Schildkröten, als denen der Vögel. Abgesehen von der Vorderfläche, mit der wir den vorderen Knorpel, das *ligamentum spirale*, sich an den Knochen legen sehen und die an die gleiche bei den Vögeln und Säugern erinnert, sehen wir dasselbe gegen die *scala vestibuli* (Taf. XXXII, Fig. 13 *i*) nicht wie bei den Vögeln eine scharfe Leiste senden, an deren Ende sich wie bei den Menschen und Säugern das *tegmentum vasculosum*, oder die *membrana Reissneri* anheftet, sondern wir finden hier wie bei den Schildkröten anfänglich gegen die *cavitas vestibuli*, später in die *scala vestibuli* sehend eine, namentlich im Beginne, breite Fläche, die eben die Massenentwicklung des Knorpels bedingt. Erst am hinteren, von dem Knochen entfernten Rande derselben sehen wir das *tegmentum vasculosum* (Taf. XXXII, Fig. 13 *l*), die *membrana Reissneri* sich anheften. Je weiter wir nun aber nach abwärts kommen, desto schmäler wird diese vestibulare Fläche und macht am unteren Drittel (Taf. XXXII, Fig. 13) einer Kante Platz, so dass also je weiter abwärts, der Ansatz der Membran desto näher dem Knochen zu liegen kommt. Was dann die Form des Knorpels gegen die tympanale Seite betrifft (Taf. XXXII, Fig. 14, Fig. 12 *h*), so sehen wir sie wie bei den Vögeln sich mit einer scharfen Leiste an die Knochenwand entlang schieben und stark ausgehöhlt, wie auch die dritte Fläche, die in den Binnenraum der Schnecke hineinsieht, wie bei den höchsten Wirbelthieren

ausgehöhlt erscheint. Wo nun diese beiden zuletzt geschilderten zusammenstossen, da findet sich eine scharf vorspringende Leiste, auf dem Querschnitte ein stark einspringender Winkel, der zum Ansatze der *membrana basilaris* dient und den ich den *angulus basilaris* nennen will. Wenn nun, wie es auch bei den Vögeln der Fall, die tympanale Leiste des *ligamentum spirale* sich verdickt und dem anderen Knorpel entgegenwächst, so hat das, da dieses Wachsthum gegen die Basilarmembran vor sich gehen muss, zur Folge, dass, wie bei jenen Thieren, die Basilarmembran verdrängt wird und vorderer und hinterer Knorpel, *ligamentum spirale* und *limbus spiralis cartilagineus*, an der tympanalen Seite sich vereinigen und den Schneckenbinnenraum begrenzen. Auf diese Weise kommt dann die tympanale Wand der *lagena*, des häutigen Kuppelblindsackes zu Stande. Diese Vereinigung findet nun aber, statt wie bei den Vögeln, nur am äussersten Ende der Schnecke, schon am oberen Ende des unteren Drittels statt (Taf. XXXII, Fig. 12 *i*). Ob aber dort schon die tympanale Wand der *pars basilaris*, die *membrana basilaris*, verdrängt ist, oder ob, wie ich einigen Grund zu glauben habe, dies erst am untersten Ende der Schnecke geschieht, das vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Jedenfalls geschieht die Vereinigung der beiden Knorpel tympanalwärts früher als bei den höheren Thieren, möge sich nun die *lagena*, der häutige Kuppelblindsack, der Crocodile, wie bei den Vögeln auf das unterste Ende beschränken, was ich glaube, oder möge sich die *pars lagenae* über das ganze untere Schneckendrittel ausdehnen. Allein nicht nur in der *scala tympani*, sondern auch in der Vorhofstreppe vereinigen sich die beiden Knorpel, aber schneller, sie schliessen sich von oben bogenförmig zusammen, verdrängen das *tegmentum vasculosum* und umschliessen somit den Schneckenbinnenraum an der *pars lagenaris* auch auf der vestibularen Seite knorplig. Diese Vereinigung geht aber, und das spricht für meine vorhin geäusserte Ansicht über die Ausdehnung der *pars lagenae*, erst am untersten Schneckenende vor sich. Somit wird dann der Binnenraum der *lagena*, des Kuppelblindsackes wie bei den übrigen Wirbelthieren, allseitig knorplig begrenzt. An der dem Knochen anliegenden, tympanalen Kante des Nervenknorpels (Taf. XXXII, Fig. 14 *d*) entspringt, wie wir wissen, die *membrana canalis perilymphatici*. Ausserdem sehen wir aber auf der tympanalen Fläche, die auch dieser Knorpel besitzt, den *nervus cochleae* hinziehen und fächerartig bis hinauf zur *apertura scalae mediae* strahlen, allein er geht oben nicht über den Bereich des hinteren auf den vorderen Knorpel über. Ausserdem verläuft, wie Windischmann richtig zeichnet, ein zarter Zweig (*ramus lagenae*) abwärts, um sich, wie sein Name sagt, an der *lagena* auszubreiten. Die Fläche des Knorpels, die der *scala media* entgegengekehrt ist, ist ebenfalls ausgehöhlt (*sulcus spiralis*) und wo die

tympanale und diese Wand zusammenstossen, da findet sich eine Leiste, das *labium tympanicum*, die auf dem Querschnitt als vorspringender Winkel, *angulus basilaris*, sich darstellt, zum Ansatze des anderen Endes der Basilarmembran. Ausserdem sehen wir aber, dass dieses *labium*, wie bei den Vögeln und Menschen, ein gekerbtes, durchbrochenes Aussehen (*habenula perforata*) besitzt (Taf. XXXII, Fig. 14 *e*) und dieses rührt von dem gegen den Binnenraum durchbrechenden Aste des Schneckennerven her. Die Fläche des Nervenknorpels, die in die *scala vestibuli* hineinsieht, ist wie die des anderen gestaltet. Anfangs breit und dadurch die Verbreiterung der Schneckenbasis bedingend und an der vorderen Kante dem *tegmentum vasculosum* zur Anheftung dienend, wird sie nach unten hin schmal und kammartig.

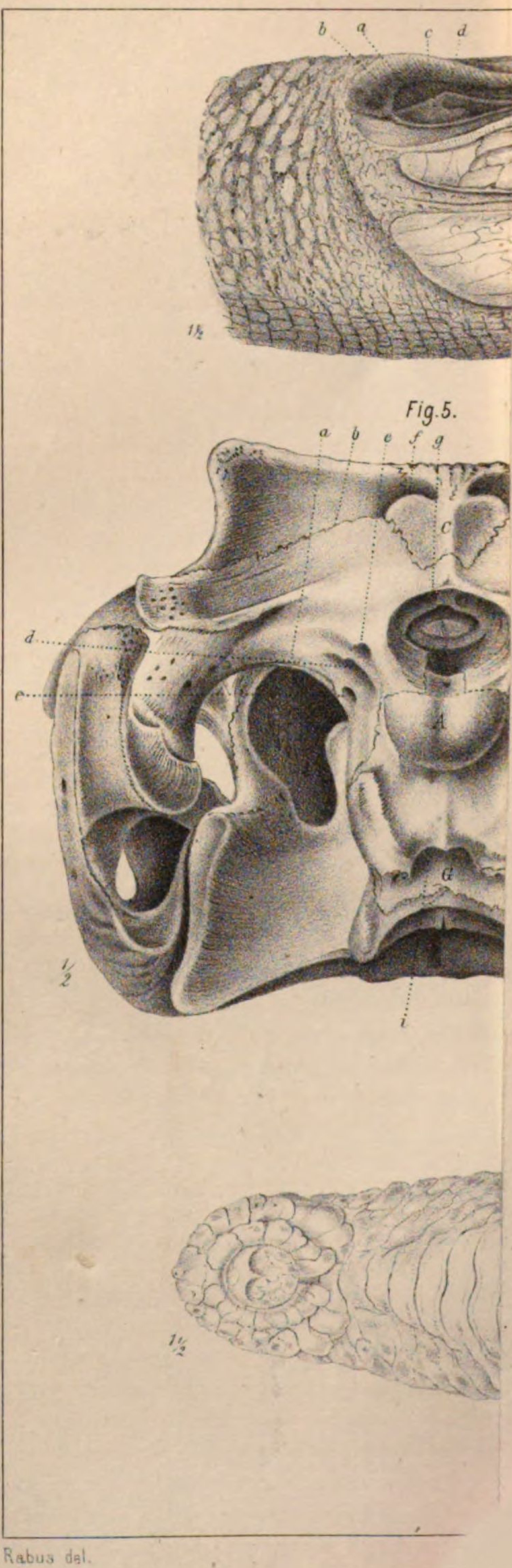
Was nun die Basilarmembran betrifft, die die *scala tympani* von der *media* abschliesst und die sich zwischen den beiden *anguli basilares* straff ausspannt, so vermag ich darüber nur so viel zu sagen, dass dieselbe wie bei den Vögeln an der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Knorpel schmal und abgerundet beginnt und dann continuirlich an Breite zunimmt, um entweder am oberen Ende des unteren Drittels, oder, wie mir wahrscheinlich, ganz unten an der eigentlichen *lagena* zu enden. Es will mir nun aber scheinen, als ob diese Breitenzunahme nicht eine continuirliche sei, sondern dass dieselbe nur bis unter die Mitte geht, von da an aber wieder einer Breitenabnahme Platz macht, die aber nicht so beträchtlich, wie an dem oberen Ende, am Anfange der Schnecke. Zudem sehe ich, wie bei den Vögeln, dass der Theil der Basilarmembran, der sich an den Nervenknorpel anschliesst, einen breiteren Zellstreifen an der *scala media*-Fläche besitzt und da möchte wohl der Schluss gerechtfertigt sein, dass derselbe dem Nervenepithel entspricht. Als ausserordentlich wichtig hätte ich dann noch hervorzuheben, dass ich gesehen zu haben glaube, dass die Basilarmembran im Wesentlichen aus einer einfachen Lage quer verlaufender, unter einander paralleler, straff ausgespannter Fasern zusammengesetzt ist.

Das *tegmentum vasculosum*, oder besser gesagt, die *membrana Reissneri s. vestibularis* der Schnecke bietet wesentliche Unterschiede in der oberen und unteren Hälfte der *pars basilaris* (Taf. XXXII, Fig. 13) dar. Sie bildet oben (Taf. XXXII, Fig. 13 *l*, Fig. 14 *a*) eine gefaltete, unten eine glatte Membran und die letztere Abtheilung hat anfangs Zweifel in mir hervorgerufen, ob hier nicht eine feine, knorplige Verbindungsmasse zwischen dem *limbus spiralis cartilagineus*, dem Nervenknorpel und dem *ligamentum spirale*, dem dreieckigen Knorpel, vorhanden sei und somit die *pars lagenae* sich weiter an der vestibularen Seite nach oben erstrecke, als es bei den Vögeln der Fall. Allein ich bin von dieser Ansicht zurückgekommen und ich will bis auf Weiteres anneh-

men, dass die *membrana vestibularis* und *basilaris* sich gleich weit nach unten erstrecken. WINDISCHMANN lässt sie aus zwei Theilen bestehen, die von einander getrennt sind. Das ist nicht der Fall, sondern die Membran spannt sich gleichmässig zwischen dem vorderen, respective hinteren Rande der vestibularen Fläche der beiden Knorpel aus und ich kann nur annehmen, dass eine optische Erscheinung den geehrten Forscher zur Annahme einer Trennung verleitet. Bei seitlich auffallendem Lichte verläuft natürlich über die Höhe der gewölbten, zarten Membran ein lichter Streifen, was aber ebenso bei durchfallendem Lichte der Fall, da dann die durchschimmernde, dunkle Zellmasse auf der Basilarmembran am Tegmente licht begrenzt sein muss und so könnte wohl bei weniger aufmerksamer Untersuchung eine Spaltung der Membran vorgetäuscht werden. Nur der gefaltete Theil der Membran ist gewölbt, der glatte dagegen plan und ersterer überspannt bogenförmig die *apertura scalae cochlearis* (Taf. XXXII, Fig. 14 *b*). In kurzen Abständen ziehen über den oberen Theil unter einander parallele, quere Incisuren, in die sich, wie bei den Vögeln, Gefässe hineinlegen und denen natürlich im Inneren des Schneckenraumes Falten entsprechen.

Die allseitig knorplig verschlossene, durch die an der vestibularen und tympanalen Seite mit Verdrängung des *tegmentum vasculosum* und der Basilarmembran vor sich gehende Vereinigung zu Stande gekommene *lagena*, die wie bei den Vögeln durch eine halsartige Einschnürung (Taf. XXXII, Fig. 13, 14) von der *pars basilaris* abgesetzt ist, ist kolbenförmig, dichter vom faserigen Maschennetze und von Gefässen umsponnen und zeigt an ihrer Innenwand die fächerartige Ausstrahlung des spiralig gewundenen, an der unteren Hälfte des Nervenknorpels herunter verlaufenden *ramus lagenae* und ausserdem sehen wir durch die Wandung eine, wie bei den Vögeln hufeisenförmig gekrümmte Otolithenmasse (Taf. XXXII, Fig. 14 *f*) durchschimmern.

So glaube ich denn nach meinen besten Kräften das mir zu Gebote stehende Material ausgebeutet und so viel an mir liegt die Lücke zwischen den Vögeln und Schildkröten ausgefüllt und die leisen Uebergänge die auch hier sich finden und die ich *a priori* voraussetzte, nachgewiesen zu haben.



Rabus del.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. $^3/_2$. Kopf eines jungen Crocodils ein wenig um die Längsaxe gedreht und von der Seite gesehen, mit geöffnetem *meatus auditorius externus*. *a.* Oberer, tiefer Theil des äusseren Gehörganges. *b.* Obere Integumentfalte (Ohrklappe). *c.* Durch das Trommelfell schimmernde, untere Schleimhautfalte der *columella*. *d. protuberantia membranae tympani*. *e.* Untere Integumentfalte (Ohrklappe).

Fig. 2. Vergr. $^3/_2$. Derselbe Kopf von oben gesehen, nach Wegnahme des Integumentes und des oberhalb des Gehirnes und der Ohrkapsel auf der einen Hälfte gelegenen Knochens. *a. occipitale superius*. *b. musc. temporalis* in der Oeffnung der Temporalgrube. *c. rima auditoria*. *d.* Von der *dura* bedecktes Gehirn. *e.* Gehörkapseloberfläche.

Fig. 3. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe Präparat nach Wegnahme der Basis der Ohrklappe, wodurch der obere Theil des Trommelfelles und der *meatus auditorius externus* von oben freigelegt. *a.* Obere Fläche der Gehörkapsel. *b.* Durchschimmernde Bogengangcommissur. *c. saccus endolymphaticus*. *d.* Hintere Bogengangleiste. *e.* Durchschimmernde *columella*. *f.* Aeusseres Ende der *columella* an der *protuberantia* des Trommelfelles. *g.* Durchschnittener *musc. temporalis*. *h.* Die medianwärts vom oberen Theile der *membrana tympani* über das Paukenhöhlendach ziehenden Gefässe und Nerven.

Fig. 4. Vergr. $^2/_1$. Dasselbe Präparat nach Wegnahme des Daches der Paukenhöhle und der oberen Hälfte des Trommelfelles. *a.* Oberes Ende der Bogengangcommissur. *b.* Hintere Bogengangleiste. *c, d, e.* Die über die Oberfläche der Gehörkapsel laufenden Wülste mit den Nähten zwischen *pro-*, *epi-* und *opistoticum*. *f.* Aeussere Bogengangleiste. *g.* Obere Schleimhautfalte der *columella*. *h.* Untere Schleimhautfalte. *i. columella*. *k.* Oeffnung an der Vorderwand zum Eintritt der Gefässe und Nerven des Daches der Paukenhöhle. *l.* An der Vorderwand der Paukenhöhle vorspringende Leiste. *m.* Perforation derselben. *n.* Vordere Bogengangleiste.

Fig. 5. $^1/_2$ Gr. Der Schädel eines Crocodils von hinten gesehen. *A. os occipitale basilare*. *B. occipitale laterale*. *C. occipitale superius*. *D. os squamosum*. *E.* Hinterer, hakenförmiger Fortsatz des Unterkiefers. *F. os pterygoides*. *G. os sphenobasilare*. *H. quadratum*. *a.* Naht zwischen *quadratum* und *occipitale laterale*. *b.* Naht zwischen *occipitale laterale* und *squamosum*. *c. foramen caroticum externum*. *d.* Oeffnung für die Nerven. *e. foramen hypoglossum*. *f.* Hintere Oeffnung des oberen Gewölberaumes. *g.* In der Schädelhöhle vorspringender Theil der Labyrinthpyramide mit der *apertura aquaeductus vestibuli*. *h.* Hintere Oeffnung des *canalis ossis quadrati*. *i.* Oeffnung des *sinus*, in dessen Grunde die Tubenöffnungen befindlich.

Fig. 6. Natürliche Grösse. Der hintere Theil desselben Schädels von der Seite gesehen. *A. os squamosum*. *B. os quadratum*. *C. occipitale laterale*. *D. os quadratojugale*. *a.* Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle zum Eintritt der Gefässe und Nerven des Daches derselben. *b.* Paukenhöhlen- auf Taf. 33

öffnung des *canalis Fallopiae*, unterhalb deren die spaltförmige Paukenhöhlenöffnung der *tuba*. c. *sulcus canalis facialis*. d. *foramen ovale* in der *apertura recessus cavi tympani*. e. Eingang in den oberhalb der Gehörkapsel befindlichen, unteren Gewölberaum des Schädeldaches (*antrum mastoideum*). f. *sulcus* des horizontalen Theiles des *squamosum* für die Basis der oberen Ohrklappe. g. *sulcus* an der Hinterwand zur Aufnahme der Gefässe und Nerven des Paukenhöhlendaches. h. *sulcus recessus scalae tympani*. i. Innere Oeffnung des *canalis vasorum*. k. Aeusserer Theil des *recessus scalae tympani*. l. *foramen rotundum*. m. Spitze der Gehörkapsel.

Fig. 7. Vergr. 3/1. Schädelhinterfläche eines jungen Crocodils mit präparirten Nerven und Gefässen. a. Hinterer, hakenförmiger Fortsatz des Unterkiefers. b. *vena jugularis externa*. c. Durchschnittene Nackenmuskeln. d. Gefäss, e. Ast des *trigeminus*. f. *sympathicus*. g *ramus tympanicus glossopharyngei*. h. *facialis*. i. *vagus*. k. *accessorius*.

Fig. 8. Vergr. 3/1. Hinterer Theil eines median durchschnittenen, jungen Crocodilschädels von der Schädelhöhle aus gesehen. a. Wulst der Bogengangcommissur. b. Unteres Gewölbe des Schädeldaches oberhalb der Ohrkapsel. c. Oeffnung für den Sacknerven. d. Oeffnung für den Utricularnerven. e. Vorderer Bogengangwulst. f. Hinterer Wulst der Innenfläche. g. *foramen jugulare*. h. Spitze der Labyrinthpyramide. i. *occipitale basilare*. k. Rachenöffnung der Tube in der hinteren Abtheilung des *sinus*. l. Gefässöffnung in der vorderen Hälfte des *sinus*. m, n. *foramen caroticum internum* an der *sella turcica*. o, p. *os sphenobasilare*.

Fig. 9. Vergr. 3/2. Gehirn und häutiges Gehörorgan eines Crocodilschädels von oben freigelegt und von hinten gesehen. a. Häutiges Gehörorgan. b. *nervus hypoglossus*. c. *nervus accessorius*. d. Geöffneter *canalis hypoglossus*. e. Vereinigter *vagus* und *glossopharyngeus*. f. Hinterwand des *recessus scalae tympani*.

Fig. 10. Vergr. 3/2. Dasselbe Präparat von oben gesehen. a. Durch die periostale Hülle schimmernde, vordere Ampulle. b. *columella*. c. Periostale Hülle der Theile im *cavum anterius*. d. *ductus endolymphaticus*. e. Hintere Ampulle. f. Bogengangcommissur durch die periostale Hülle schimmernd. g. *sacculus* nach Wegnahme der periostalen Hülle. h. Hintere, i. Sagittale, k. Horizontale Ampulle. l. Durch die Aussenwand des *sacculus* schimmernde Otolithenmasse. m. Dach des inneren Theiles des *recessus scalae tympani* oberhalb des *saccus perilymphaticus*. n. Gehirn in seiner pigmentirten Hülle. o. *dura mater*.

Fig. 11. Vergr. 3/2. Dasselbe Präparat. Auf der einen Seite das häutige Gehörorgan aus der Kapsel entfernt. a. Oeffnung an der Vorderwand der Paukenhöhle für Gefässe und Nerven des Paukenhöhlendaches. b. *columella*. c. Häutiges Gehörorgan mit der periostalen Hülle. d. *saccus perilymphaticus*. e. Paukenhöhlenöffnung des *canalis vasorum*. f. *recessus utriculi* mit der Nervenöffnung. g. *recessus sacculi* mit der Sacknervenöffnung. h. *lamina spiralis* in der *cavitas cochleae*. i. *apertura cavitatis cochleae*. k. Boden des *recessus scalae tympani* zur Aufnahme des *saccus perilymphaticus*. l. *basis columellae*. m. *crista vestibuli*. n. Grenzleiste zwischen *recessus utriculi et sacculi*. o. Grenzleiste zwischen *recessus utriculi* und dem *recessus* für die horizontale Ampulle im *cavum anterius*.

Fig. 12. Vergr. 3/1. Das häutige Gehörorgan von aussen gesehen. a. Frontaler Bo-

Fig. 34.

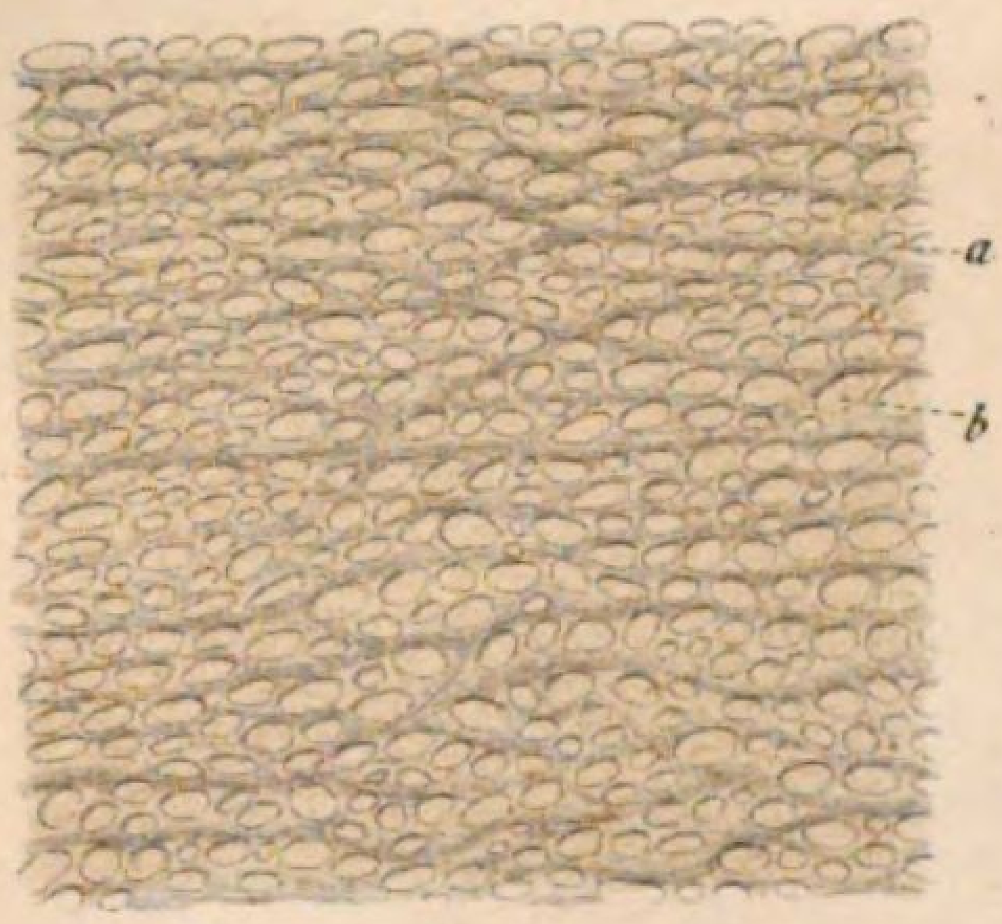


Fig. 30.



Fig. 36.



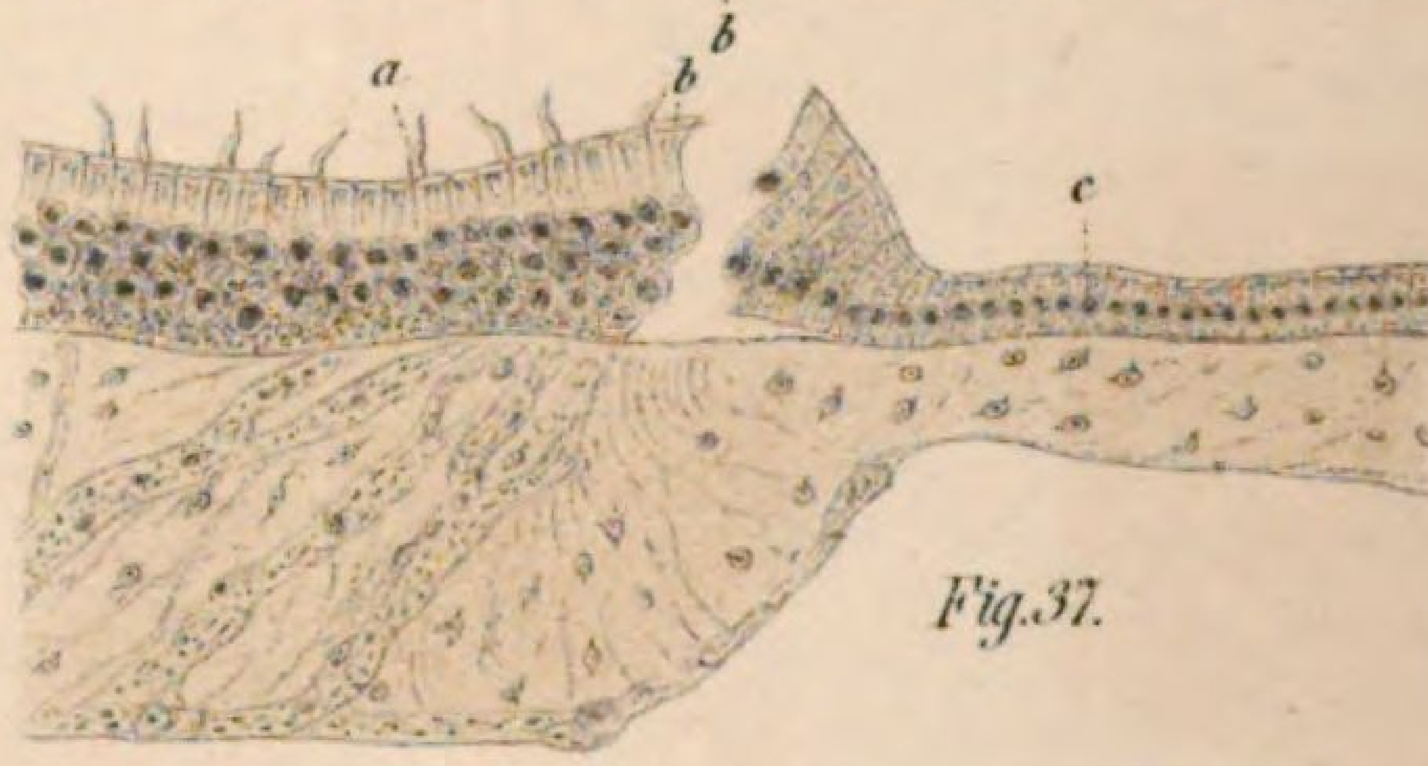


Fig. 37.



Fig. 35.

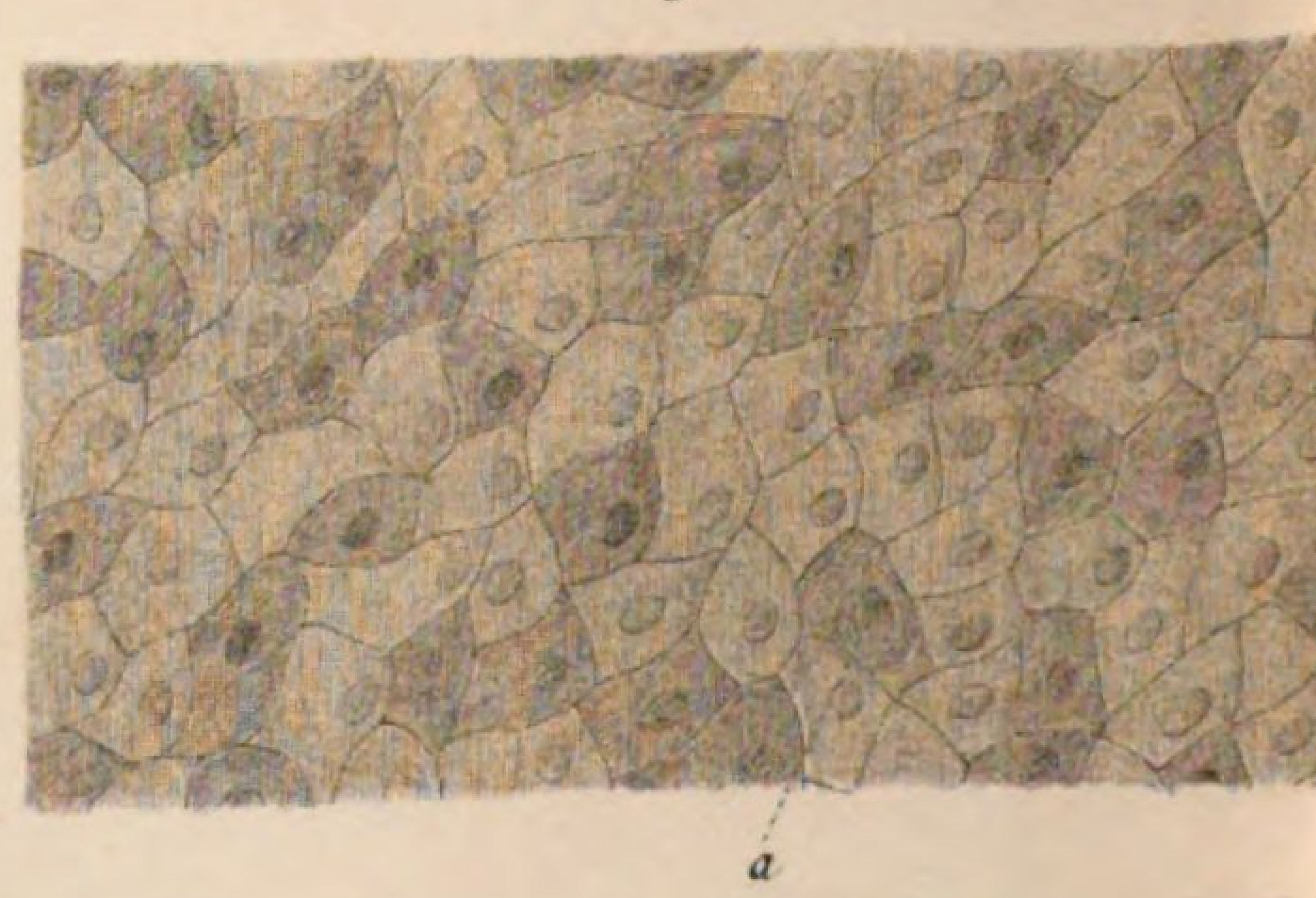


Fig. 29.

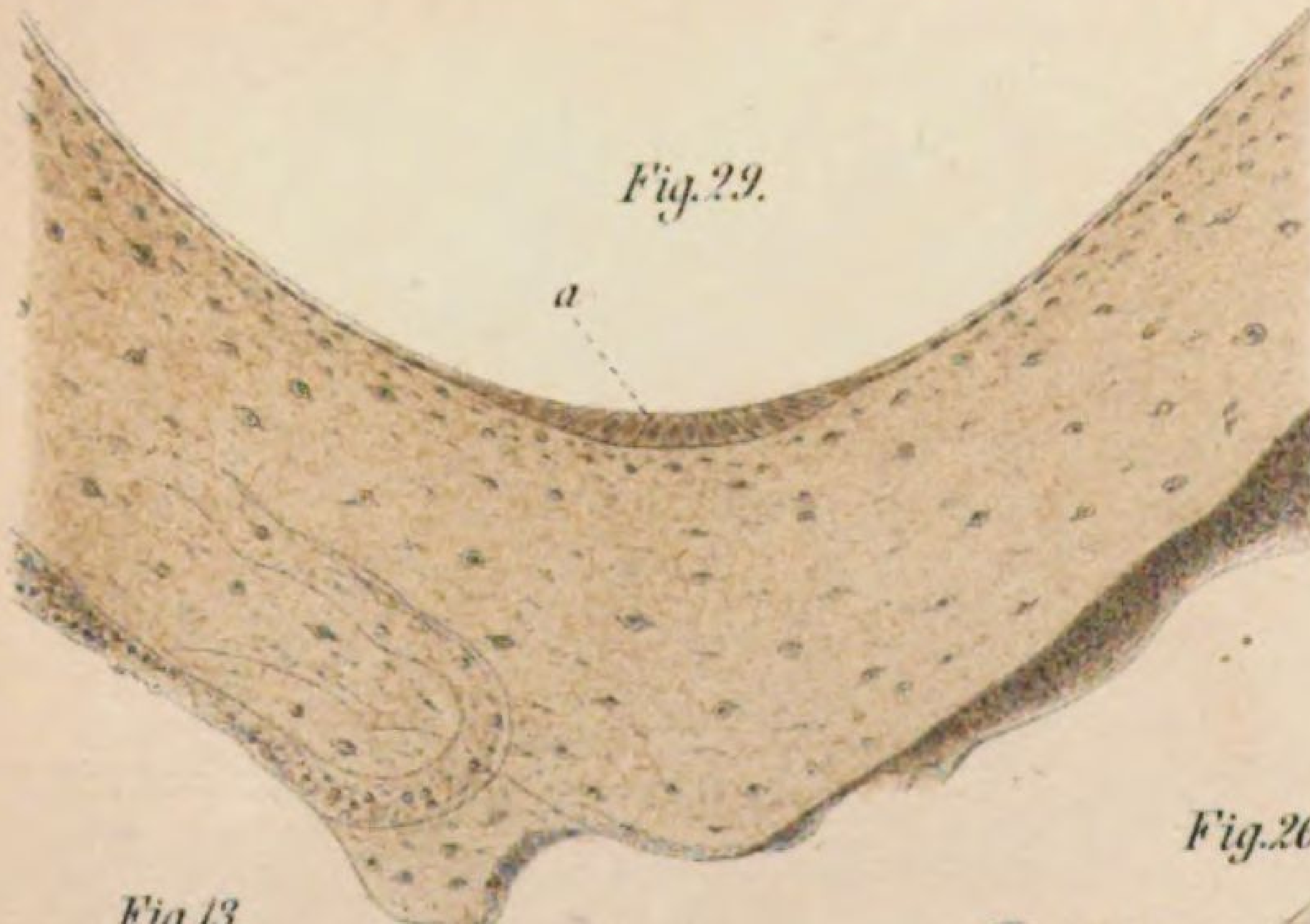


Fig. 13.

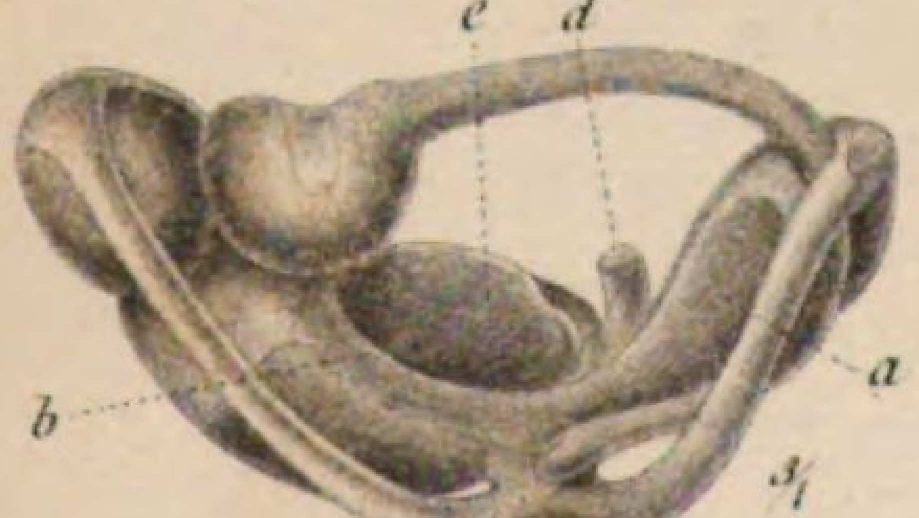


Fig. 26.

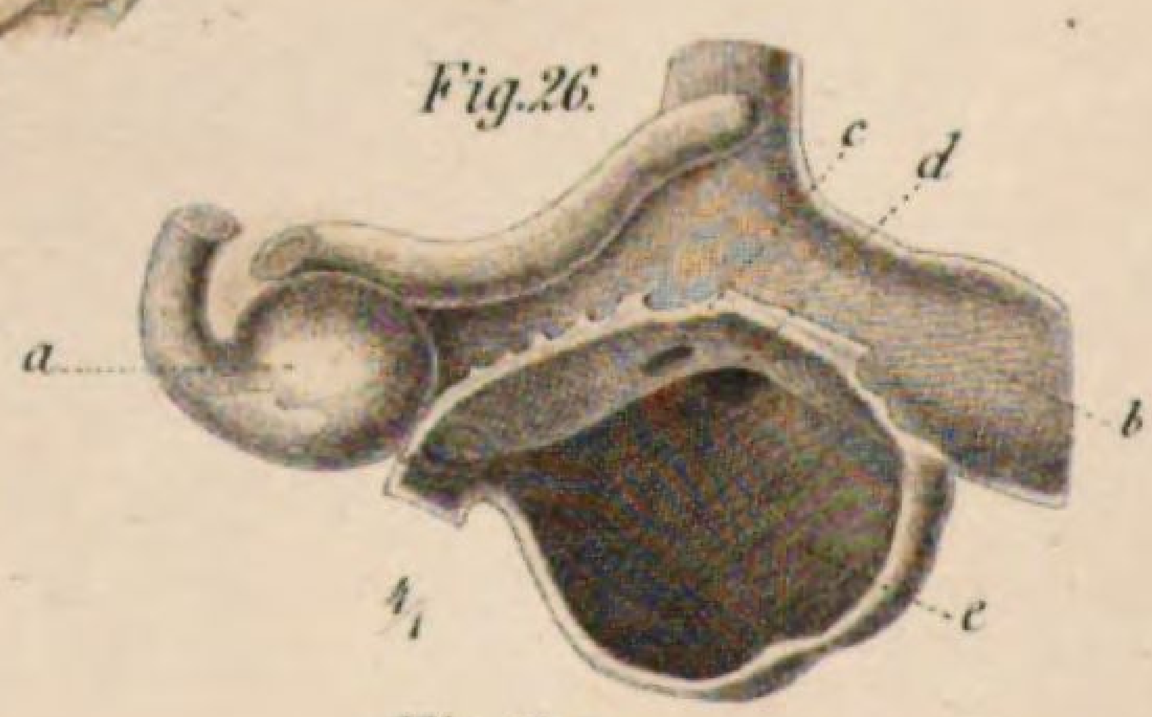


Fig. 24.

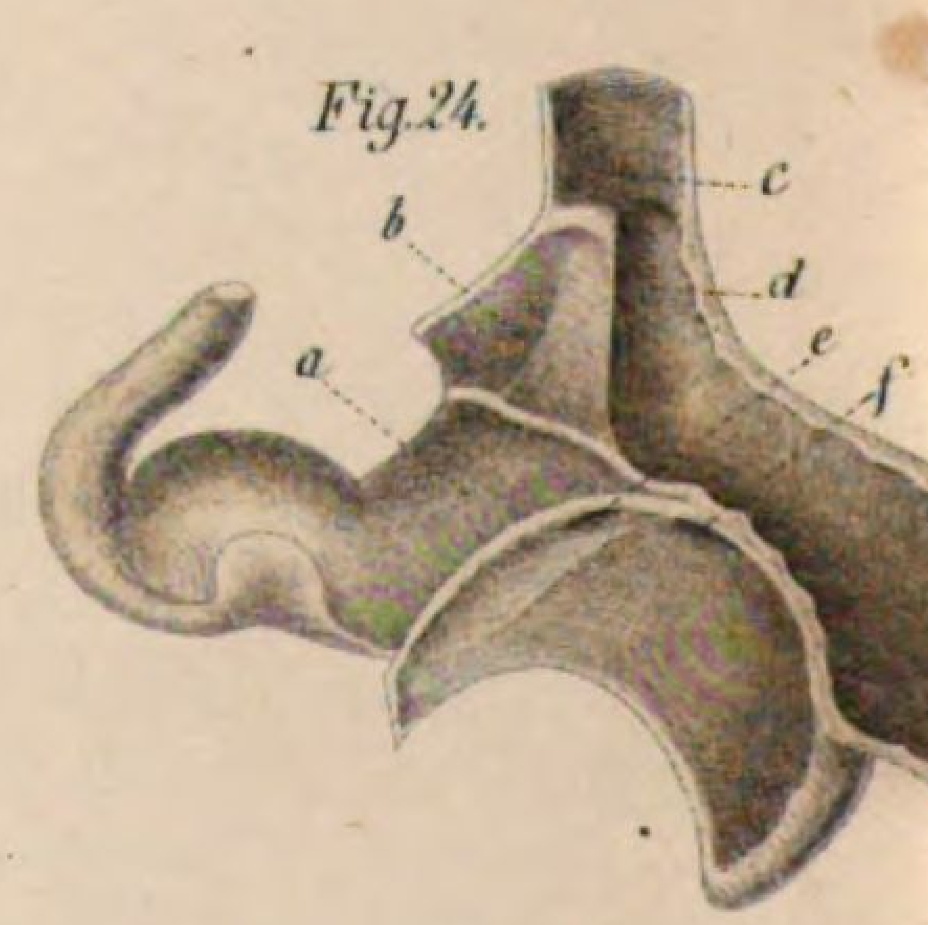


Fig. 17.

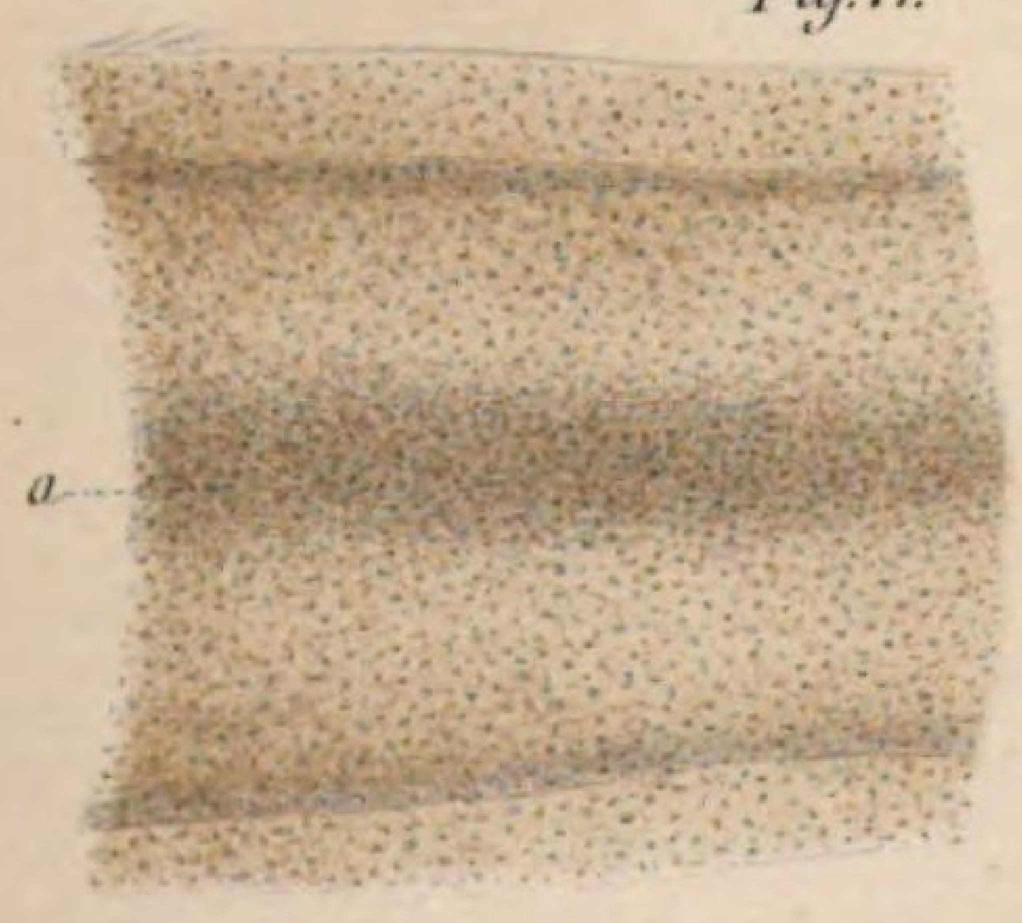


Fig. 19.

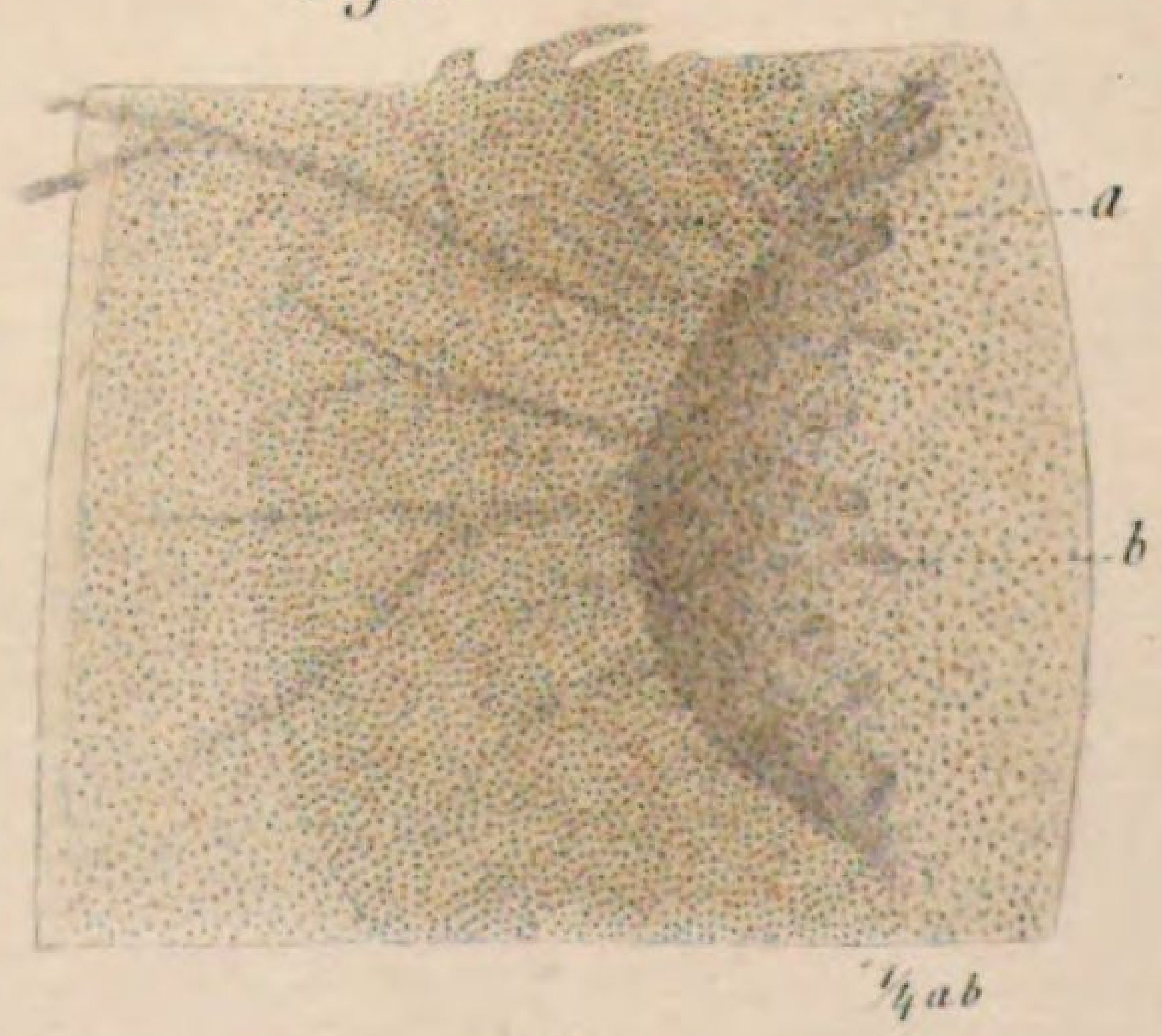
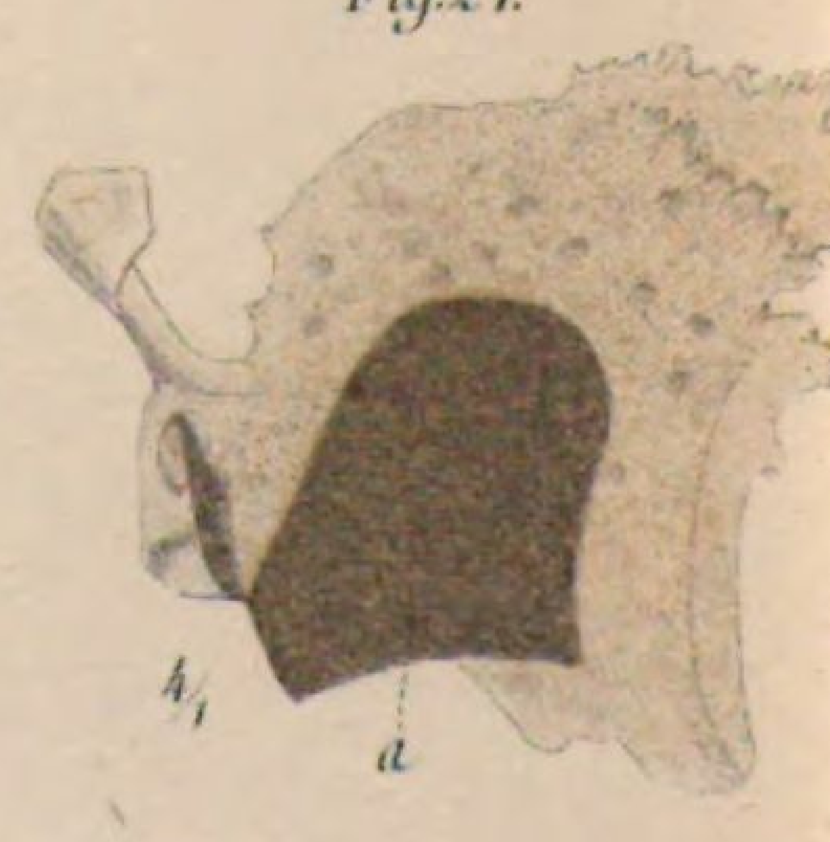


Fig. 27.



Rabus del.

Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.

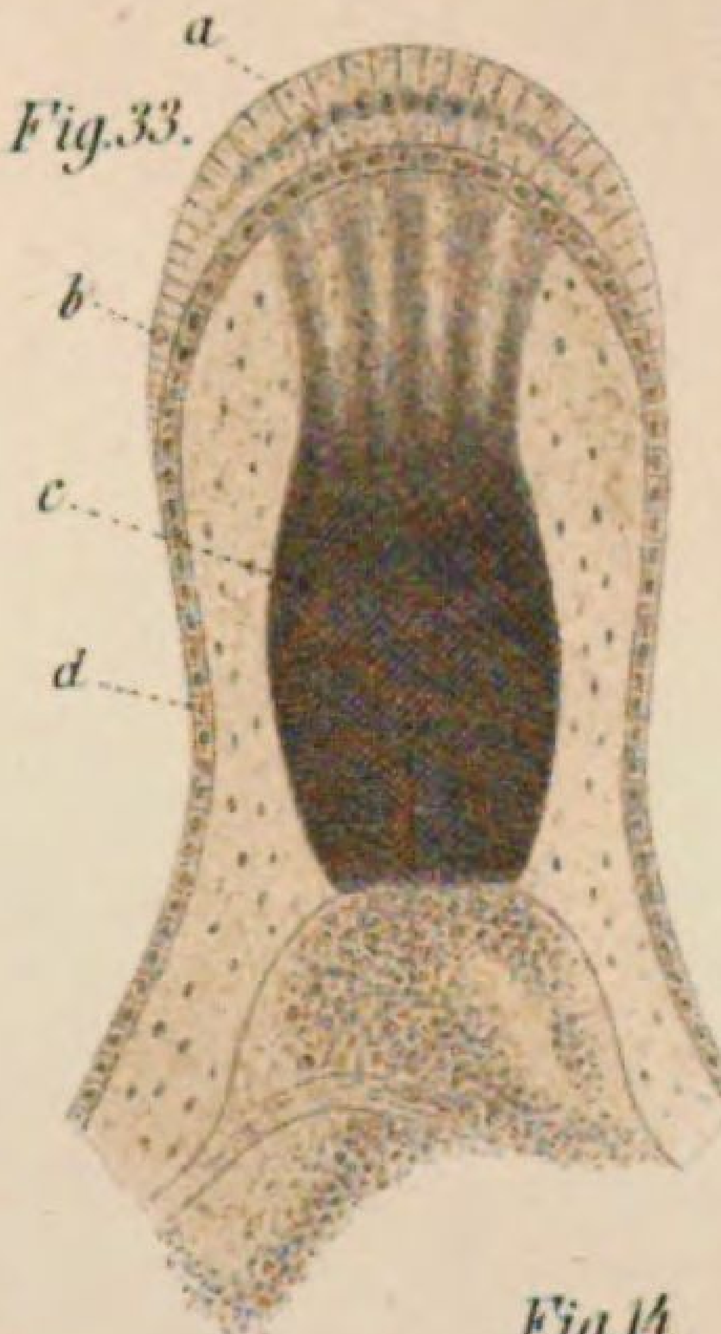


Fig. 38.



Fig. 39.





Fig. 13.

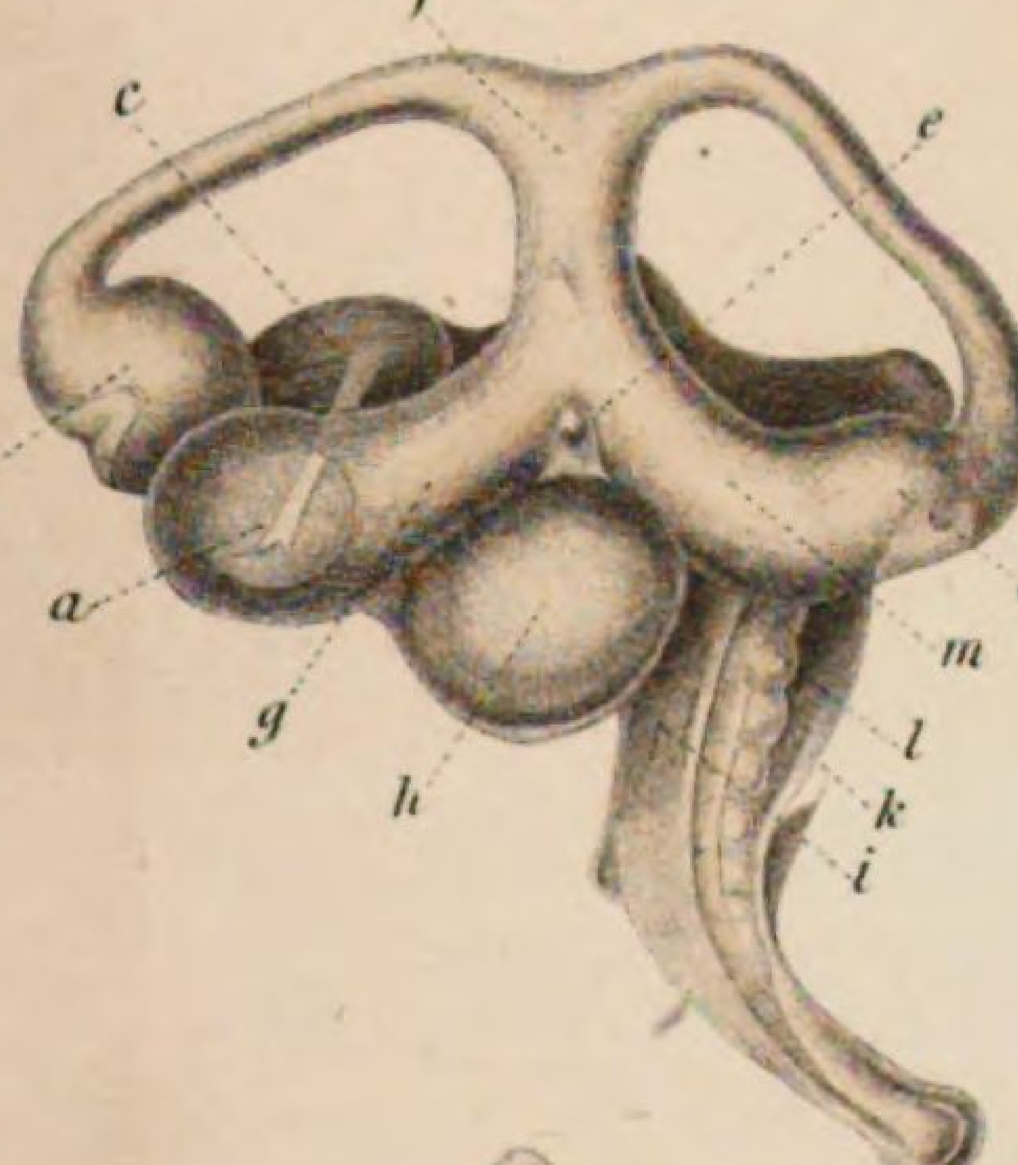


Fig. 12.

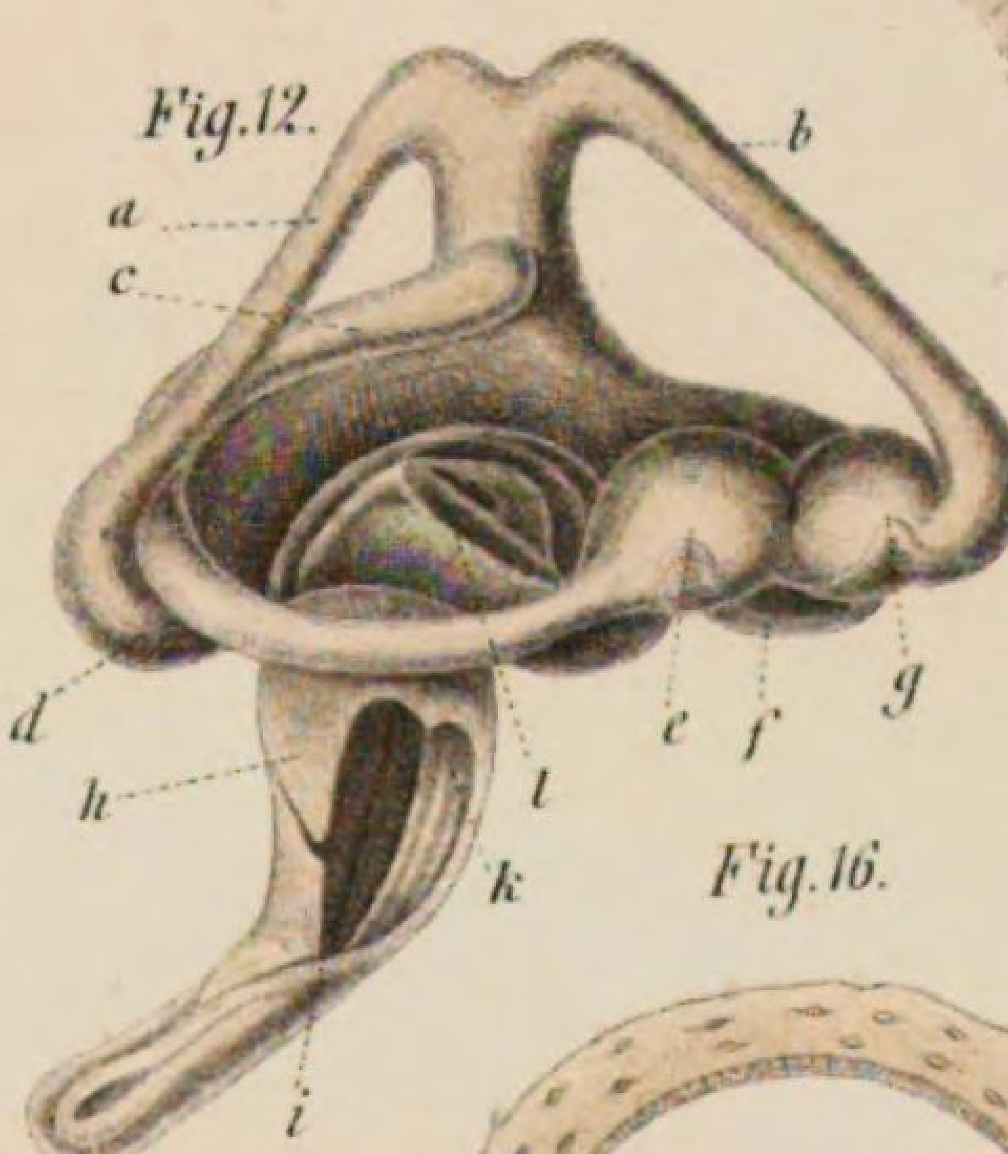


Fig. 14.

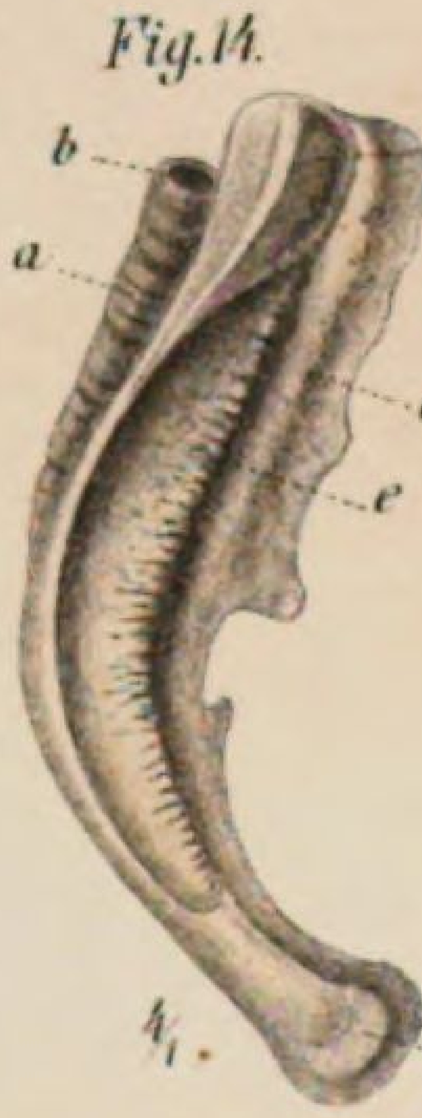


Fig. 16.

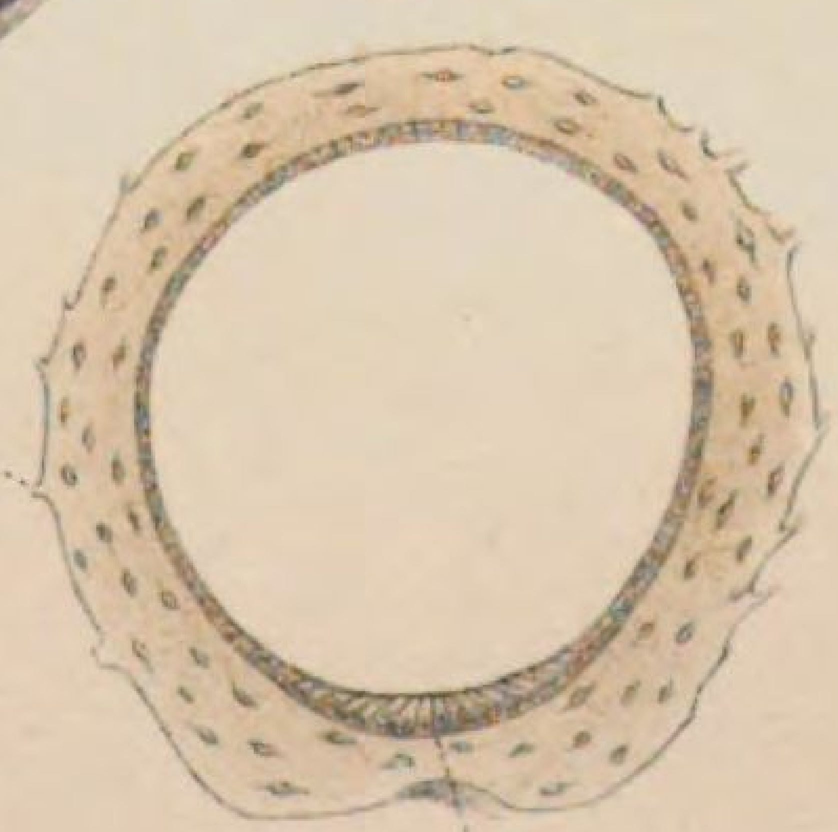




Fig. 15.

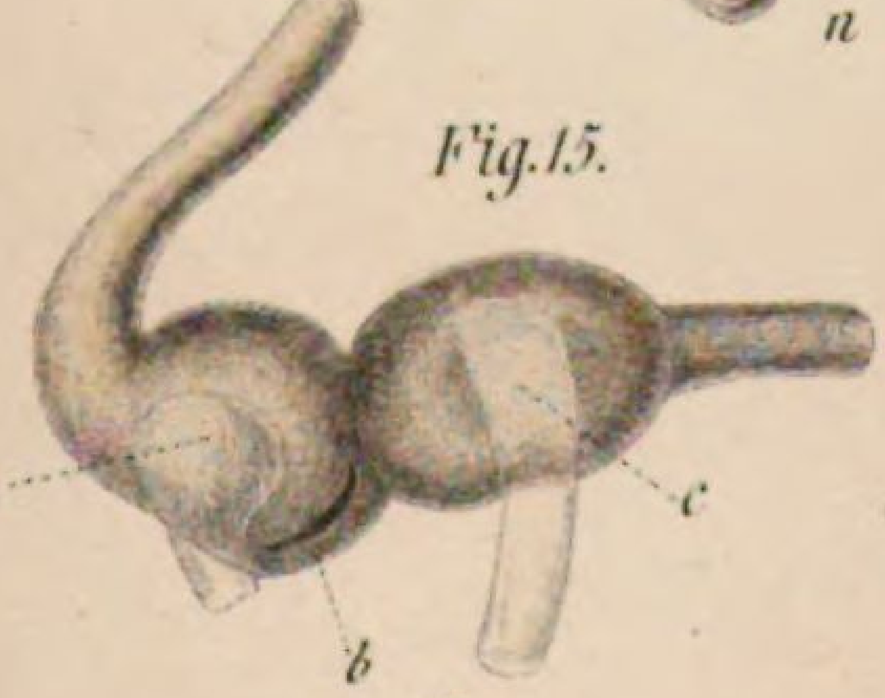


Fig. 23.

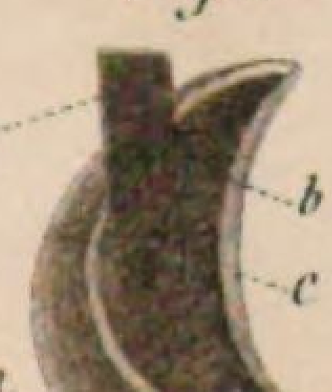


Fig. 25.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig 22.



Fig. 18.

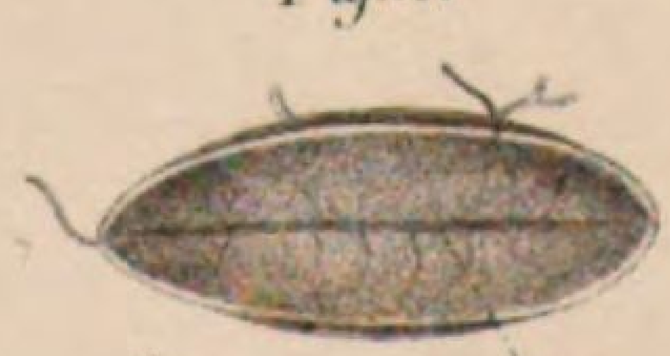


Fig. 28.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 10.

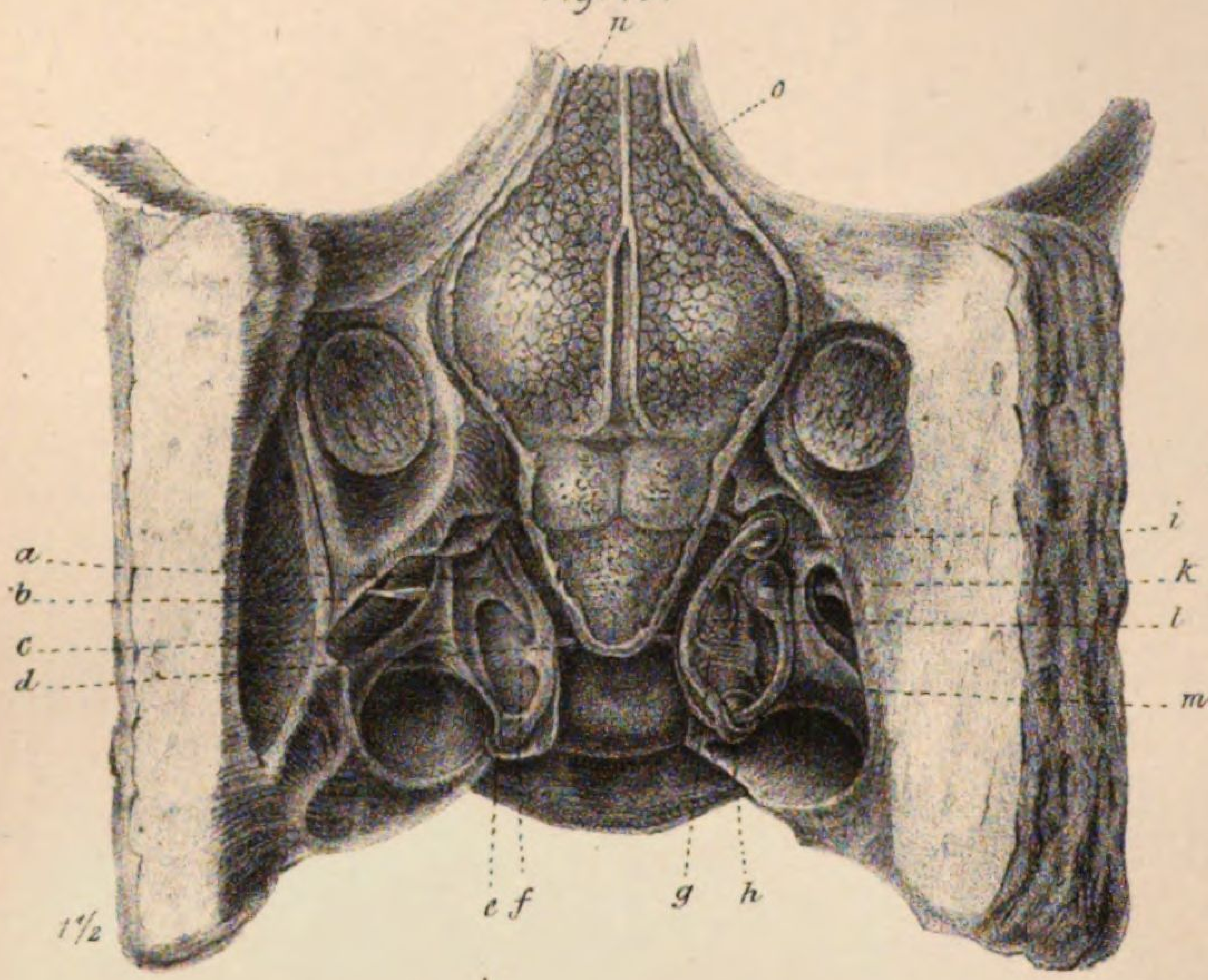


Fig. 7.

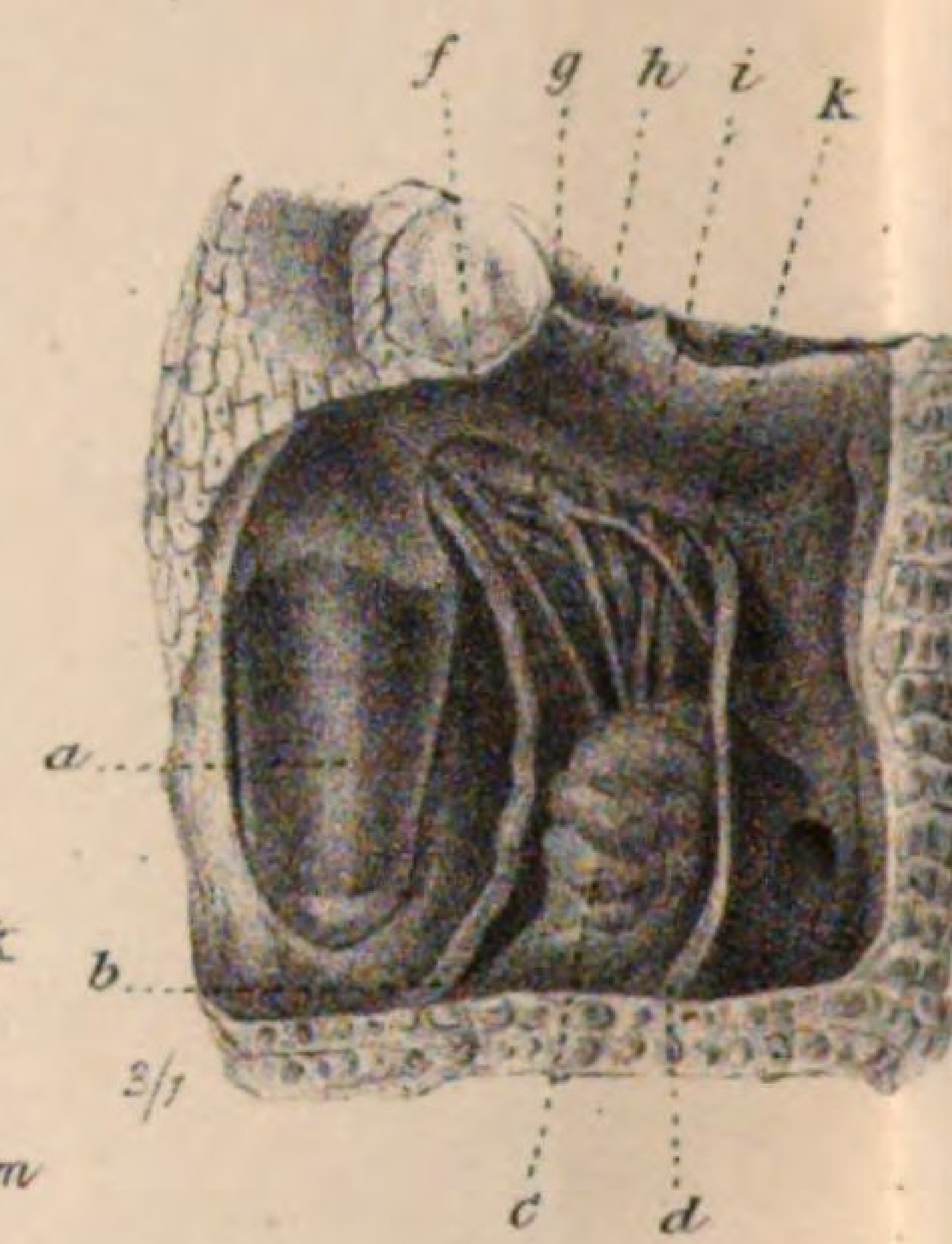


Fig. 6.

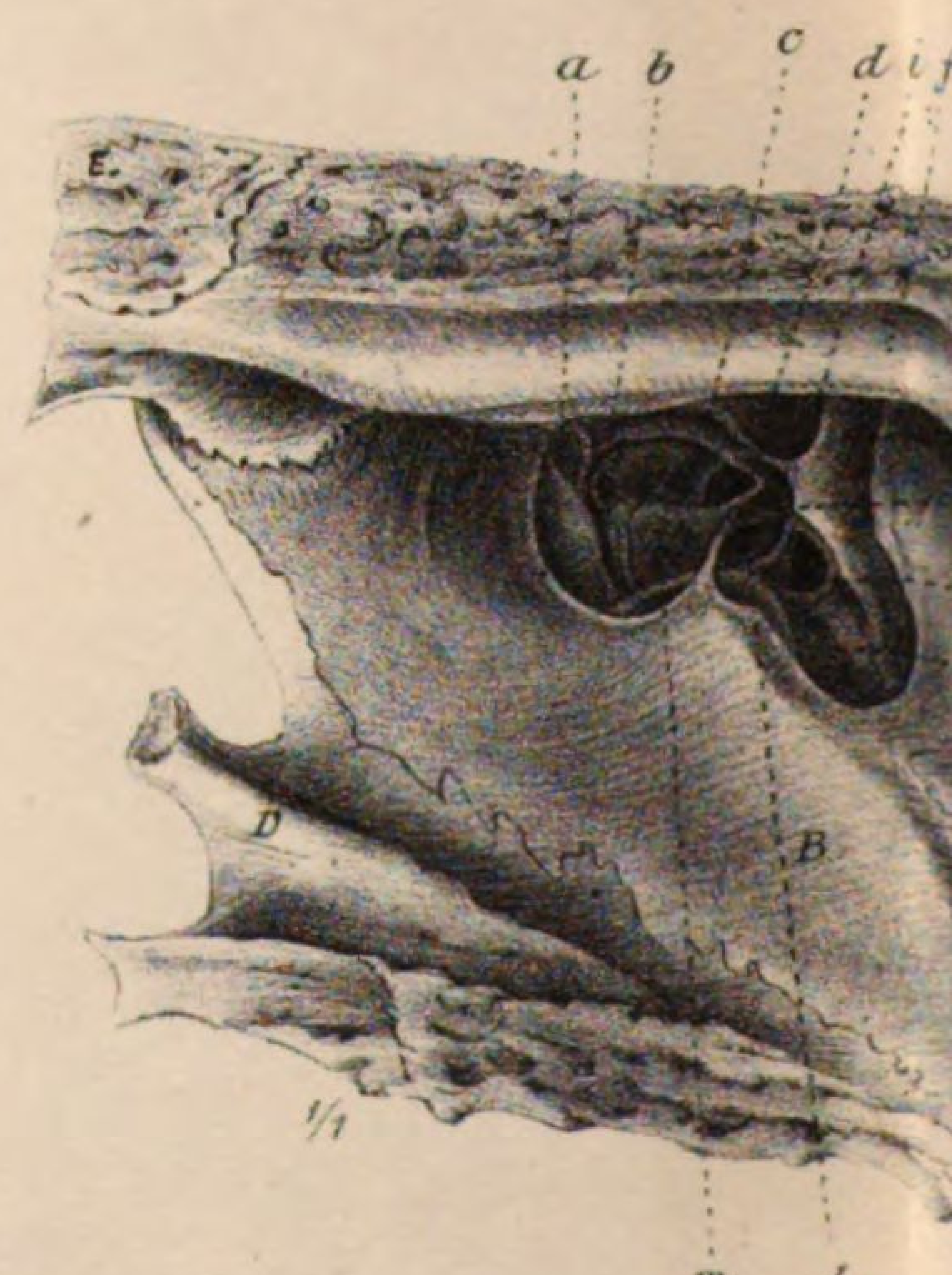
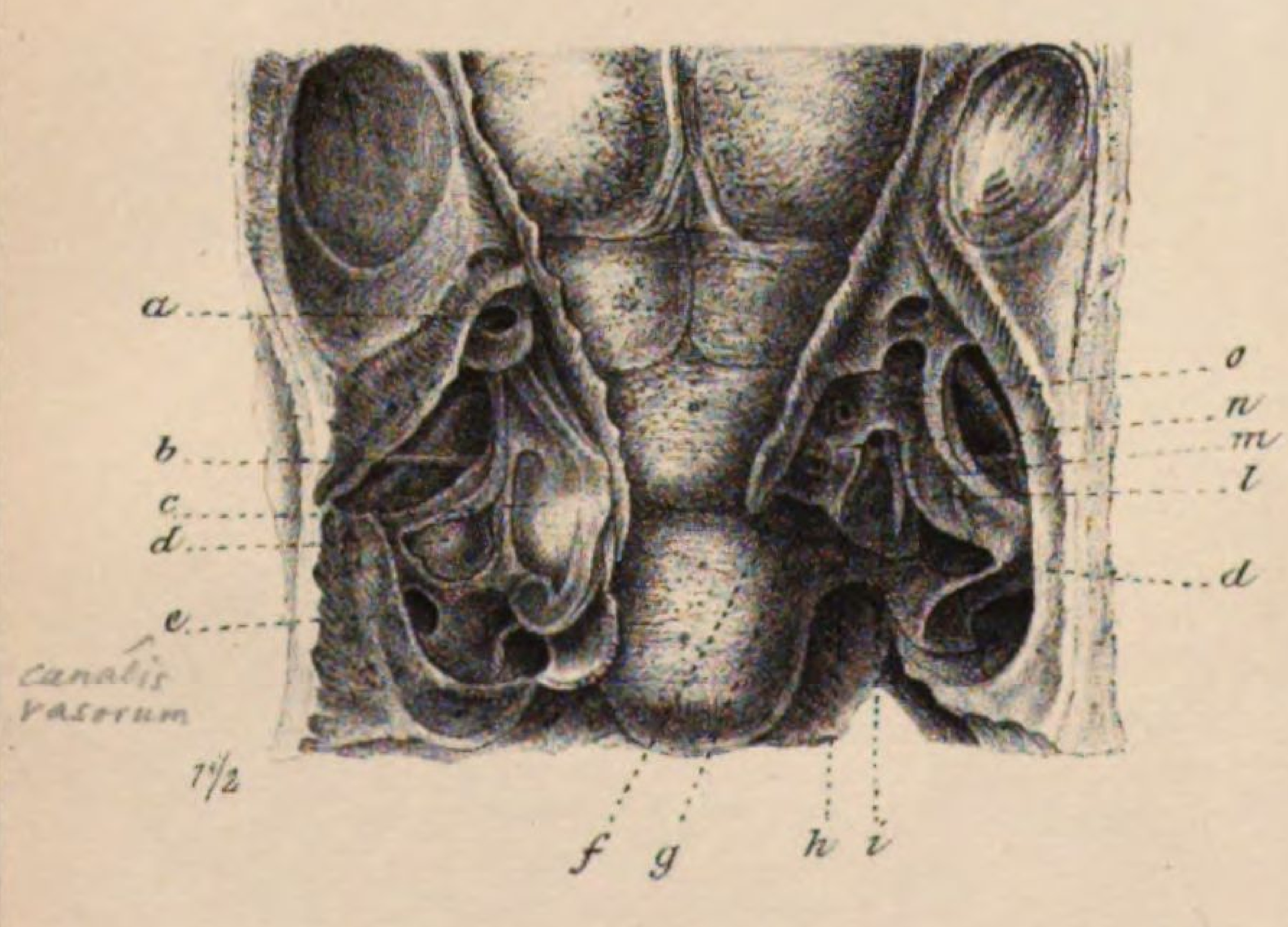


Fig. 11.



…k del.



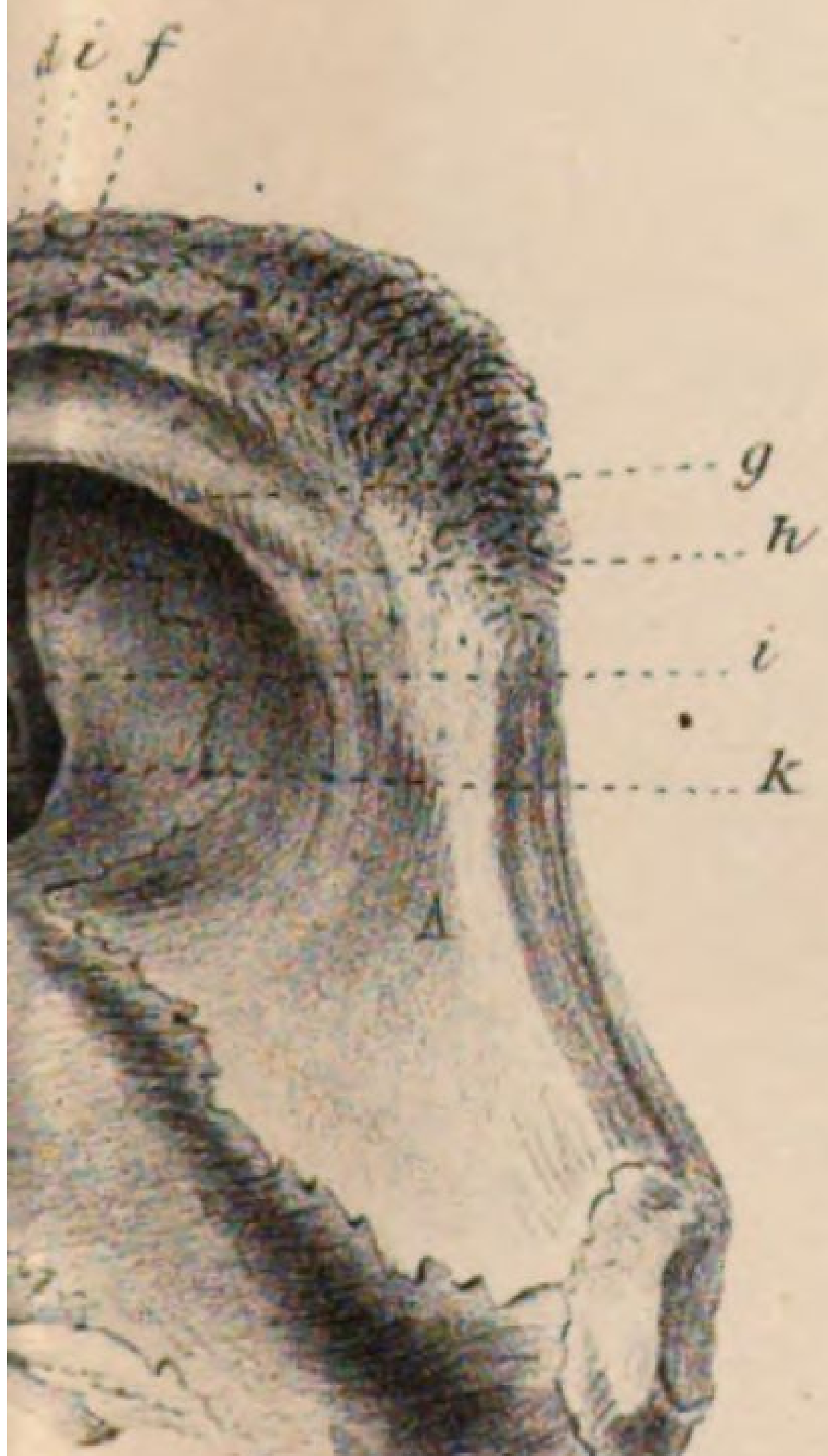


Fig. 9.

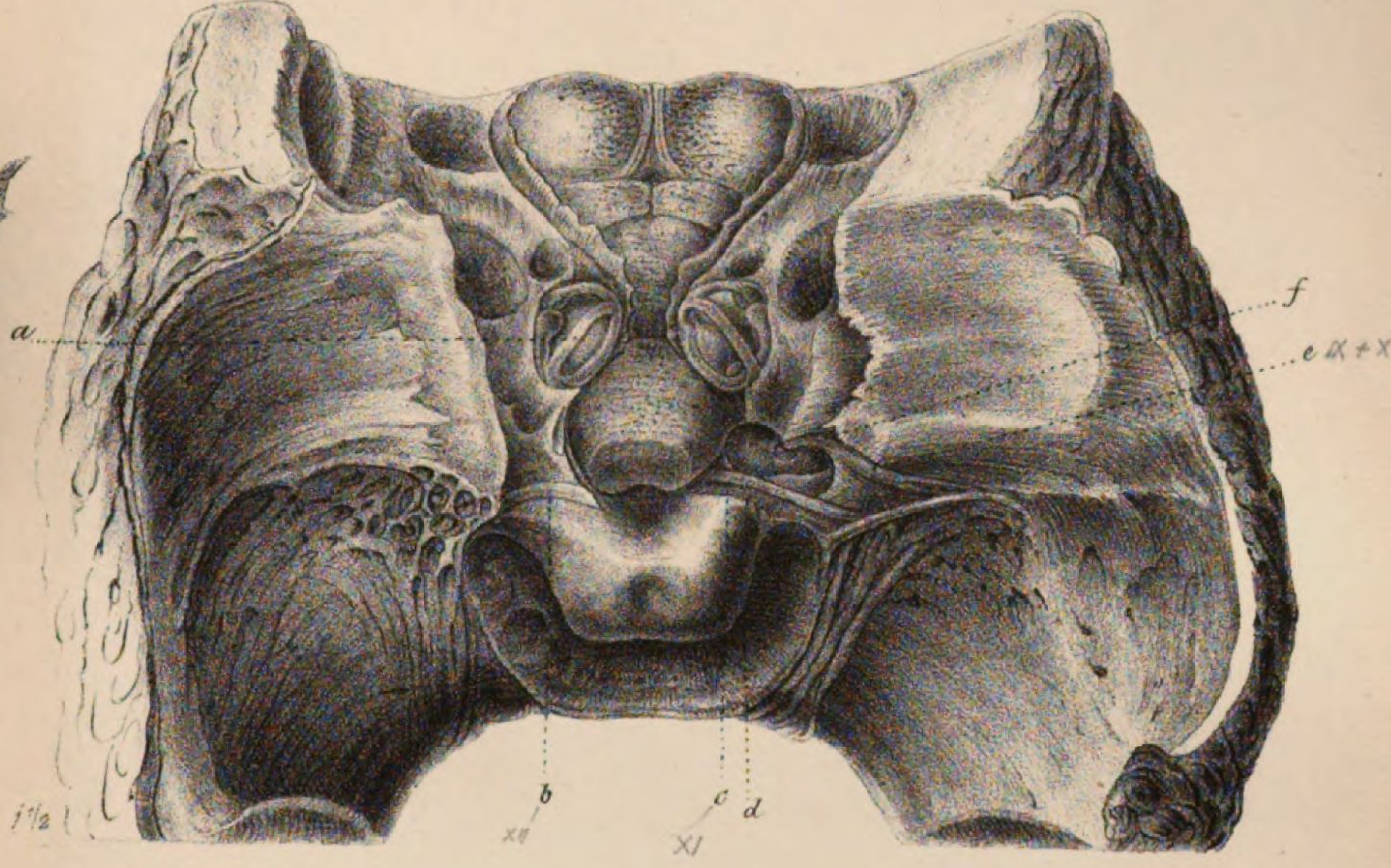
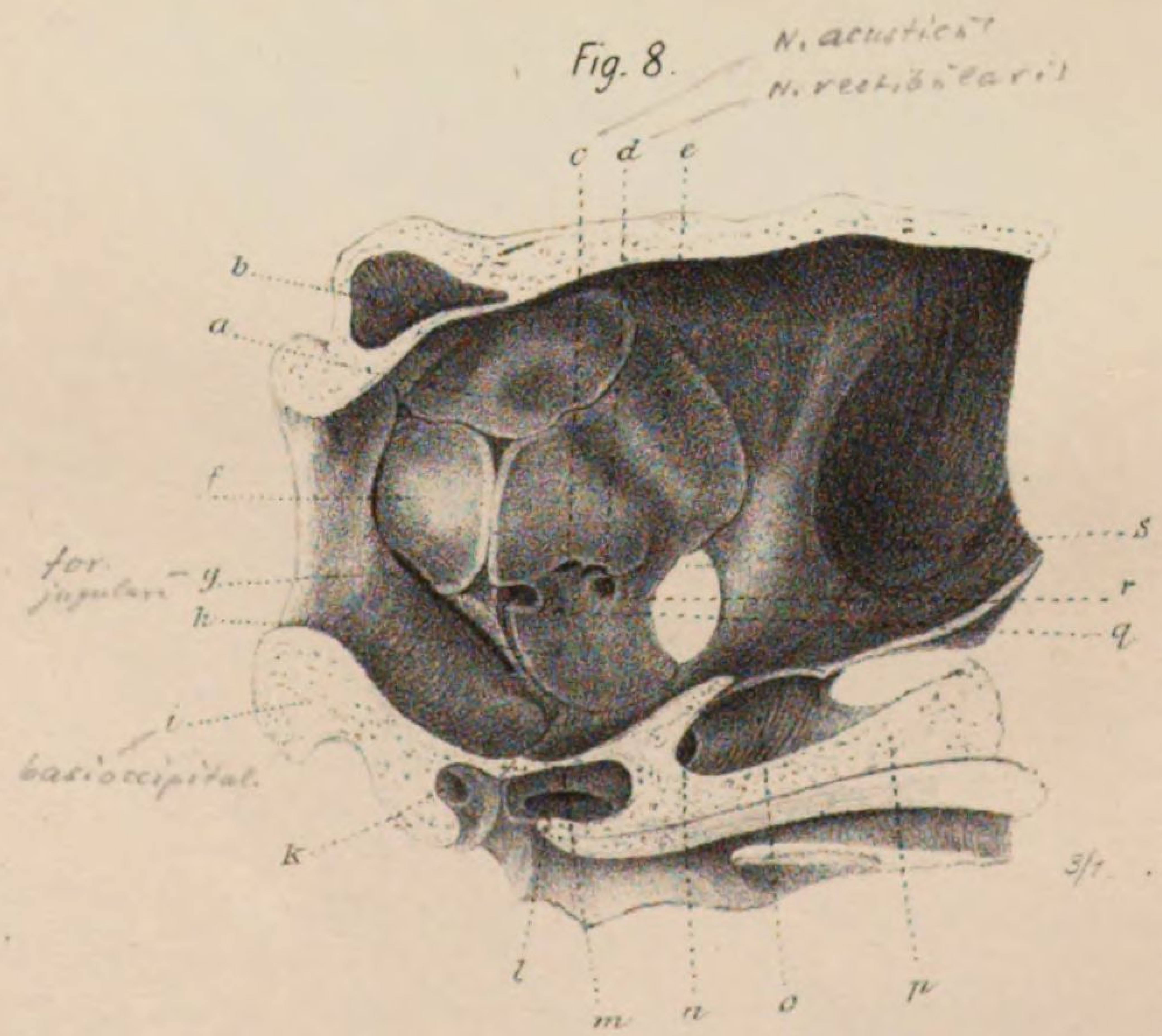


Fig. 8.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

gengang. *b*. Sagittaler Bogengang. *c*. Horizontaler Bogengang. *d*. Frontale Ampulle. *e*. Horizontale Ampulle. *f*. *recessus utriculi*. *g*. Sagittale Ampulle. *h*. Hinterer Schneckenknorpel. *i*. Beginn der Vereinigung der Schneckenknorpel. *k*. Vorderer Schneckenknorpel. *l*. *sacculus* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 13a. Vergr. $^3/_1$. Der obere Theil des häutigen Gehörorganes von oben gesehen. *a*. Verbindungsröhre der frontalen Ampulle. *b*. *utriculus*. *c*. Bogengangcommissur mit dem erweiterten Ende des horizontalen Ganges. *d*. *canalis reuniens*. *e*. *sacculus*.

Fig. 13. Vergr. $^3/_1$. Das häutige Gehörorgan von innen gesehen. *a*. *recessus utriculi*. *b*. Sagittale, *c*. Horizontale, *d*. Frontale Ampulle. *e*. *ductus endolymphaticus*. *f*. Bogengangcommissur. *g*. *utriculus*. *h*. *sacculus*. *i*. Vorderer Schneckenknorpel. *k*. Hinterer Schneckenknorpel. *l*. *tegmentum vasculosum*. *m*. Verbindungsröhre der hinteren Ampulle mit dem *utriculus*. *n*. *lagena*.

Fig. 14. Vergr. $^4/_1$. Isolirte, häutige Schnecke von der Seite gesehen. *a*. *tegmentum vasculosum*. *b*. *apertura scalae mediae*. *c*. Obere Vereinigung der Schneckenknorpel. *d*. *membrana ductus perilymphatici*. *e*. Durchtrittsstelle des Schneckennerven am Nervenknorpel. *f*. *lagena* mit durchschimmernder Otolithenmasse.

Fig. 15. Vergr. $^4/_1$. Die vorderen, zusammenliegenden Ampullen isolirt. *a*. Sagittale Ampulle. *b*. Oeffnung derselben in den *recessus utriculi*. *c*. Horizontale Ampulle mit durchschimmernder *crista*.

Fig. 16. Querschnitt durch einen häutigen Bogengang. *a*. Ueberreste des faserigen Bindegewebes des *cavum perilymphaticum*. *b*. *raphe*.

Fig. 17. Stück eines Bogenganges von der Fläche gesehen. *a*. *raphe*.

Fig. 18. Dach einer Ampulle von der Fläche. *a*. Dachstreifen (*raphe*).

Fig. 19. *Planum semilunatum* von der Fläche. *a*. *planum semilunatum*. *b*. Ende der *crista acustica*.

Fig. 20. *Crista acustica* der sagittalen Ampulle von oben gesehen. *a*. Seitenwülste.

Fig. 21. Dieselbe von der Seite gesehen. *a*. *cupula terminalis*. *b*. Seitenwulst. *c*. Nervenepithel.

Fig. 22. *Crista acustica* der horizontalen Ampulle von oben gesehen. *a*. Nerv. *b*. *crista*. *c*. Ampullenboden.

Fig. 23. Dieselbe von der Seite. *a*. Nervenast. *b*. Nervenepithel. *c*. Gehörhaare.

Fig. 24. Vergr. $^4/_1$. Einmündung des horizontalen Ganges und *utriculus* von aussen geöffnet und gesehen. *a*. Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. *b*. Innenwand des Endes des horizontalen Bogenganges. *c*. Unteres Ende der Commissur. *d*. Einmündung des horizontalen Ganges. *e*. Communicationsöffnung zwischen *sacculus* und *utriculus*. *f*. *apertura aquaeductus vestibuli*. *g*. *utriculus* mit der Grenzleiste gegen den *recessus*.

Fig. 25. Vergr. $^4/_1$. Boden des *recessus utriculi*. *a*. *macula acustica*.

Fig. 26. Vergr. $^4/_1$. *Sacculus* nach Wegnahme der Aussenwand und der Otolithenmasse. *a*. Hintere Ampulle. *b*. *utriculus*. *c*. Communicationsöffnung zwischen *sacculus* und *utriculus*. *d*. *apertura aquaeductus vestibuli*. *e*. *macula acustica*.

Fig. 27. Vergr. $^8/_1$. Otolithenmasse des *recessus utriculi a*. mit ihrer Otolithenmembran.

Fig. 28. Vergr. $^4/_1$. Otolithenmasse des *sacculus*.

Fig. 29. Querschnitt durch das Dach einer verticalen Ampulle. *a*. Dachstreifen (*raphe*).

Fig. 30. *Planum semilunatum* stärker vergrössert. *a*. Ende der *crista acustica*. *b*. Wir-

telförmige Anordnung der Zellen des *planum*. *c*. Pflasterzellen der Ampullenseitenwand.

Fig. 31. Querschnitt durch das *planum semilunatum* in der Umgebung des Endes der *crista*.

Fig. 32. Querschnitt durch den peripheren Theil eines *planum semilunatum*. *a*. Basalmembran.

Fig. 33. Querschnitt durch die *crista* einer verticalen Ampulle. *a*. Kernreihe der Gehörzellen. *b*. Kernreihe der Isolationszellen. *c*. Nervenbündel. *d*. Zellen der Seitenwände der Gehörleiste.

Fig. 34. *Cupula terminalis* von der Nervenepithelfläche gesehen. *a*. Vertiefungen von den Enden der Isolationszellen herrührend. *b*. Oeffnungen der glockenförmigen Hohlräume für die Gehörhaare.

Fig. 35. Zellen aus dem *utriculus* von der Fläche. *a*. Durch eine dunklere Zelle schimmernde, helle Pflasterzelle.

Fig. 36. Querschnitt aus der Umgebung der *macula acustica utriculi*.

Fig. 37. Querschnitt durch den peripheren Theil der *macula acustica utriculi*. *a*. Gehörhaar. *b*. Stäbchen oder Gehörzelle. *c*. Zellen aus der Umgebung des Nervenepithels.

Fig. 38. Zellen vom oberen Theile der Aussenwand des *sacculus* von der Fläche.

Fig. 39. Zellen aus der Mitte der Sackaussenwand von der Fläche gesehen.

XVIII.

Beiträge zur Morphologie des *utriculus, sacculus* und ihren Anhängen bei den Säugethieren.

Von

August Carl, stud. med.

Mit Tafel XXXIV.

Diese kleine Arbeit, welche den freundlichen Anregungen meines geehrten Lehrers, Herrn Dr. Hasse, ihre Entstehung verdankt, kann und will kein anderes Verdienst beanspruchen, als Ansichten von Präparaten der angedeuteten Abschnitte des häutigen Labyrinthes geliefert zu haben, welche bis jetzt entweder gar nicht, oder nur vereinzelt in den unseren Gegenstand berührenden Abhandlungen anzutreffen sind, nichts destoweniger aber für die Orientirung in diesen Dingen vielleicht nicht die unentbehrlichsten sein dürften. Dass ältere Autoren, wie Scarpa, Sömmering etc., neuere wie Steifensand, Breschet, Henle, Waldeyer, Böttcher, Rüdinger, Odenius etc., und manche Andere, welche das häutige Labyrinth speciell in den Theilen untersuchten, die ausschliesslich der Gegenstand nachfolgender Betrachtungen sein werden, durch ihre trefflichen Darstellungen nicht von vornherein diesen Versuch überflüssig gemacht haben, begründet sich durch den Umstand, dass jene Forscher, so viel mir bekannt ist, nicht einer Präparationsmethode huldigten, welche uns ein von Knorpel und Knochen isolirtes, häutiges Labyrinth in die Hände liefert, das sich dann mit gleicher Gefügigkeit nach unserer Willkür dem Messer, wie der Scheere preisgeben muss. So manche schöne und überraschende Entdeckung, welche an der Hand der bisher befolgten Präparationsverfahren gemacht wurden, zeigt zum Mindesten, dass dieselben brauchbar genug gewesen sind, aber zur richtigen Erkenntniss der morphologischen und namentlich der Lageverhältnisse des *utriculus* u. s. w. haben sie nicht geführt und können sie nicht

führen; dies leistet aber wohl das Hasse'sche Verfahren, von dem am Schlusse dieser Arbeit eine kurze Schilderung angereiht werden wird. Vergleicht man namentlich die gezeichneten Totalpräparate des Labyrinthes mit denjenigen, welche sich seit geraumer Zeit in viele anatomische Lehrbücher eingebürgert haben, so wird man zu der Einsicht gelangen, welches Unrecht diesen in ihrer Form so characteristischen Labyrinththeilen geschehen ist. Ueberhaupt scheinen *utriculus, sacculus* und ihr Anhang die Stiefkinder zu Gunsten ihrer gefeierten Schwester, der Schnecke, zu sein; und so gerechtfertigt die Bevorzugung der letzteren physiologisch betrachtet erscheinen mag, so sollten doch in morphologischer Beziehung die ersteren zum Mindesten ein gleiches Interesse beanspruchen dürfen. Die Präparate sind theils von menschlichen, theils von Rindsembryonen gefertigt, und zwar in einem Stadium, wo sich die Innenwand der Schnecke zu verknöchern begann. Die menschlichen hatten eine Länge von 19 Ctm., die des Rindes, vom Maule bis zur Schwanzbasis gemessen, 26 Ctm. Möge man den Präparaten ihren embryonalen Character nicht zum Vorwurfe machen; ein Blick auf die eben genannten Zahlen, auf das angedeutete Verknöcherungsstadium muss uns trösten. Die Isolation embryonaler, häutiger Labyrinthe *in toto* gehört, ich darf wohl sagen, zu den schwierigen, Geduld und Einübung erfordernden Präparationen, diejenige von geborenen oder gar erwachsenen Thieren bis jetzt zu den Unmöglichkeiten.

Meinem verehrten Lehrer in der Anatomie, Herrn Prof. Dr. Lucae in Frankfurt, verdanke ich mehrere menschliche Embryonen; übrigens eigneten sich jene andern vom Rinde besser, besonders zur Darstellung der Innenfläche der betreffenden Theile; vermuthlich, weil sie weniger lange im Alcohol gelegen.

Odenius namentlich gebührt das Verdienst, die Lageverhältnisse des häutigen Labyrinthes zu seiner knöchernen Hülle eruirt zu haben; und da man die Stellung der letzteren ja genau kennt, so ist man unter Berücksichtigung der Odenius'schen Angaben leicht im Stande, ein Bild von der allgemeinen Lage des häutigen Labyrinthes zu gewinnen. Theile desselben, welche sich daher, wie die häutigen Bogengänge, hinsichtlich ihrer Stellung zu den Körperaxen und zu einander so congruent mit derjenigen ihrer knöchernen Kapseln verhalten, werden von diesen Betrachtungen ausgeschlossen bleiben, denn es wäre in der That zwecklos, einfach das von den häutigen Gängen zu wiederholen, was längst durch die genauen Untersuchungen vieler Autoren von den knöchernen bekannt ist. Wohl aber müssen wir in Kürze unsere Aufmerksamkeit auf die Lagebeziehungen der übrigen Theile des Labyrinthes lenken.

Die Längsaxe des *utriculus* steht im Allgemeinen von aussen vorne und oben, nach innen hinten und unten. An ihrem erstgenannten End-

puncte finden sich die Einmündungen der beiden vorderen Ampullen, diesen diametral entgegengesetzt senkt sich die hintere Ampulle in den *utriculus*. Die beiden vorderen Ampullen sind, der HENLE'schen Nomenclatur zu Folge, als »horizontale« und »vordere verticale« zu bezeichnen; die diesen gegenüber liegende wird »hintere verticale« Ampulle genannt. Von den beiden erstgenannten ist die vordere verticale am meisten nach vorne gelegen. Ihre Längsaxe zieht beiläufig von aussen und oben, nach innen und unten. Durch dieselbe wird also gewissermassen der *utriculus* vorne in seiner Längsrichtung fortgesetzt, wie dies hinten ebenso durch die hintere verticale Ampulle zu Stande kommt. Der der vorderen Ampulle zugehörige Bogengang vereinigt sich mit demjenigen der hinteren verticalen, deren Längsaxe von innen unten und hinten, nach aussen oben und vorne gerichtet ist, zu einem gemeinsamen Mündungsschenkel, der Commissur, welche von dem oberen hinteren Theile des *utriculus* aufgenommen wird. Dieselbe steht hierbei von oben hinten medianwärts nach den entsprechend entgegengesetzten Richtungen. Die Art, wie sie aus der Vereinigung der verticalen Gänge zu Stande kommt, ist nicht bei allen Säugethierclassen dieselbe, ja wie es den Anschein gewinnt, pflegen hierin auch individuelle Schwankungen vorzukommen. Während nämlich die Concavitäten der Gänge allmälig in die seitlichen Theile der Commissur übergehen, vereinigen sich die Convexitäten in einer Linie, welche meist mehr oder minder concav, zuweilen aber auch gerade gestreckt erscheint (Fig. 6, 11, 12).

Dicht neben der vorderen verticalen Ampulle nach aussen und zugleich nach hinten von ihr, finden wir die horizontale Ampulle, in einer Axenrichtung, welche man im Allgemeinen als von aussen hinten und wenig unten, nach innen vorne und wenig oben verlaufend bezeichnen darf. Beiläufig in derselben Direction senkt sich auch ihr zugehöriger Bogengang mit trichterförmig erweitertem Ende — in den *utriculus*, wenn man der gewöhnlichen Darstellungsweise folgt, — richtiger: in die Vorderaussenwand des Mündungsstückes der Commissur, sobald man namentlich vergleichend anatomischen Betrachtungen Rechnung trägt. Die Axen des horizontalen Bogenganges und der Commissur bilden nahezu einen rechten Winkel mit einander.

Die Lage des *sacculus rotundus* ist complicirter, als dass allgemeine Richtungsangaben so rasch zu richtigen Vorstellungen führen dürften, wie dies wohl bei den bisher behandelten Labyrinththeilen möglich ist. Die Beschreibung seiner genaueren topographischen Verhältnisse kann daher nicht gut von derjenigen seiner Formverhältnisse isolirt werden; hier sei darüber nur so viel bemerkt, dass, wenn wir seine Form auf die geometrische Figur eines Ovals reduciren, alsdann der grösste Durchmesser desselben von oben vorne und aussen, der kleinste von oben

innen und hinten nach den entsprechend entgegengesetzten Directionen gestellt ist.

Nach diesen wenigen, über die allgemeinen Situationsverhältnisse unseres Gegenstandes orientirenden Betrachtungen nehmen wir unser eigentliches Thema in Angriff und beginnen mit der Schilderung der Ampullenform. Die Untersuchung dieser als Träger von Acusticus-endigungen figurirenden Theile ergab keinerlei Differenzen zwischen allen dreien; höchstens könnte in dieser Hinsicht derjenige Abschnitt der hinteren, verticalen Ampulle, mit welchem sie in den *utriculus* übergeht und den man vielleicht als Verbindungsröhre bezeichnen dürfte, eine Erwähnung verdienen, insofern sich derselbe schlanker und eingezogener gestaltet, als dies bei den übrigen zweien der Fall ist, ein Verhalten, das offenbar in der isolirten Lage dieser Ampulle seine Begründung findet.

Die Ampullen können, morphologisch betrachtet, als Erweiterungen der Bogengänge aufgefasst werden, jedoch als Erweiterungen von ganz bestimmter Art. Man unterscheidet an der Ampulle: Boden, Dach und Seitenwände, wiewohl willkürlich, da alle diese Theile sich in allmäligem Uebergange befinden. Der Boden der Ampulle (Fig. 1), die Fortsetzung des convexen Theiles ihres zugehörigen Bogenganges, ist vorzüglich der Träger jenes Nervenhügels, welcher hier den Namen »*crista acustica*« erhalten hat. Durch ihre Längsaxe wird diejenige der Ampulle rechtwinklig gekreuzt und es zerfällt somit der Boden in zwei Abschnitte, von denen der eine »vestibuläre«, sich gegen den *utriculus*, der andere tubuläre sich gegen den Bogengang wendet. Im Gegensatz zu den anderen Theilen der Ampulle kennzeichnet sich der Boden durch geringere Wölbung und aus diesem Grunde dürfte man vielleicht geneigt sein, demselben namentlich im tubulären Abschnitte, wo sich die entsprechenden Partien des Daches und der Seitenwand rasch gegen den Bogengang hin verjüngen, gewissermassen auf Kosten dieser eben genannten Theile, beträchtlichere Ausdehnung zu vindiciren. Die *crista acustica* bildet den höchsten Punct des Bodens, welcher unmittelbar zu beiden Seiten derselben seine grössten Vertiefungen zeigt, um erst allmälig in mässiger Steilheit gegen die Enden der Ampulle gleichmässig heranzusteigen.

Von dem Boden, der des Erwähnenswerthen nichts mehr bietet, wenden wir uns zu der *crista acustica* speciell (Fig. 3). Dieses in seiner Form so characteristische Gebilde nimmt ungefähr $^1/_3$ des ganzen Ampullenumfangs ein, entsprechend der Ausdehnung, welche aussen der sich gabelförmig theilende Nerv noch deutlicher zeigt. Bogenförmig (und nur insofern mag ihr das von Steifensand und Anderen gegebene anatomische Lieblingswort »*semilunaris*« vergönnt bleiben) legt sie sich der Innenfläche der Ampulle an, so dass ihre beiden Enden sich an den

Seitenwänden hinauf erstrecken. Von der Fläche, d. h. von oben gesehen, zeigt die *crista* die Gestalt eines Bisquits und wenn man diesem gewöhnlich gerade gestreckten Confecte die graciösere, gebogene Form ertheilte, so wüsste ich keinen Gegenstand, mit dem die *crista acustica* eine grössere Aehnlichkeit hätte. In der Mitte ist sie am höchsten; hier ist sie auch am schmälsten, verbreitert sich aber rasch nach den Seitenwänden zu, um hier kolbenförmig angeschwollen zu endigen. Wenn Steifensand bemerkt, dass sich »die beiden Enden dieses halbmondförmigen, wie reine Nervensubstanz aussehenden Septums (Synon. für *crista*) allmälig in die Wandungen verlieren, indem sie sich allmälig verflachen und dabei etwas ausbreiten«, so ist dies wohl richtig für alle andern Gewebstheile, aus denen sich die *crista* combinirt, aber keineswegs für ihr Epithel. Ich habe an sämmtlichen Präparaten, vorzüglich an gefärbten, stets deutlich scharf gegen die Wand abgesetzt, die nach oben convexe Begrenzung der Endigung des Crista-Epithels zu sehen vermocht.

Concentrische Streifungen von eigenthümlich angeordneten, grösseren Epithelzellen herrührend, umgeben das Cristaende und veranlassten Steifensand zu dem Namen »*planum semilunatum*« (Fig. 4). Während er diese Bildung bei Fischen und Reptilien aufs Deutlichste gewahren konnte, vermochte er bei Säugethieren hiervon nur Andeutungen zu finden; nichtsdestoweniger ist sie auch bei diesen Thieren an schöngefärbten und hinsichtlich des Epithels sorgfältig behandelten Präparaten nicht schwer zu demonstriren.

Henle erwähnt eines die *crista* umgebenden Hofes, von dessen Existenz ich mich ebenfalls an manchen Präparaten überzeugen konnte; doch ist sein Vorkommen keineswegs constant.

Hiernach bleibt von der Ampulle nur noch eines von Hasse als »Dachzellen« bezeichneten epithelialen Wulstes zu gedenken, welcher an der Innenseite des Daches in der Längsrichtung der Ampulle vom vestibularen Ende derselben zu ihrem Uebergange in den Canal, in sanfter Krümmung entsprechend der Wölbung des ihn tragenden Daches genau in dessen Mitte hinzieht und so dasselbe in zwei symmetrische, seitliche Hälften scheidet. Diese schon dem unbewaffneten Auge als weisser Streif sich zeigende Bildung setzt sich durch den ganzen Bogengang, wo es die Bezeichnung »*raphe*« erhält (Fig. 2), fort. Hinsichtlich der Bogengänge können wir uns auf die Bemerkung beschränken, dass sie von kreisförmigem Querschnitt sind und an der Innenseite der als Concavität des Bogenganges bezeichneten Fortsetzung des Ampullendaches jene eben erwähnte *raphe* tragen, welche sich von den beiden verticalen Gängen auch eine Strecke weit in die Commissur und zwar längs ihrer beiden Seitenränder fortsetzt, wo sie beiläufig in der halben Höhe derselben allmälig verschwindet.

Wir wenden uns jetzt zur Commissur. Ueber die vorkommenden Richtungsverschiedenheiten bei dem Zusammentreffen der sie constituirenden Gänge ist schon weiter oben das Nöthige gesagt worden. Ebenso finden sich auch Differenzen bezüglich des Kalibers und hinsichtlich der Breite der Commissur. Eine Commissur vom häutigen Labyrinth eines Schweines war von ganz auffallender Weite.

An der Einmündungsstelle der beiden Bogengänge (Fig. 6, 11, 12) zeigt die Commissur die grösste Verbreiterung, verschmälert sich sodann bis zu einer die Mitte ihrer Höhe erreichenden Einziehung, um von hier an wieder allmälig an Breite zuzunehmen, so dass ihre Einmündungspartie nahezu diejenige des oberen Theiles erlangt. Der Uebergang der Commissur in den *utriculus* ist, von aussen betrachtet, ein so gleichmässiger und allmäliger, dass es eine schwierige Aufgabe wäre, zu bestimmen, wo jene aufhört und dieser beginnt. Wie der Querschnitt der Commissur eine ovale Begrenzung zeigt, so ist dies auch mit ihrer Oeffnung in den *utriculus* der Fall.

Wenn die Commissur sich in den *utriculus*, zu dessen Schilderung wir hiermit übergehen (Fig. 6), derart begab, dass ihre Wände sich continuirlich in diejenigen des *utriculus* fortsetzten, so finden wir ein ganz anderes Verhältniss bezüglich der Ampulleneinmündungen. Die kreisförmig gestalteten Mündungsöffnungen derselben setzen sich nämlich durch leistenartige Erhebungen gegen den Binnenraum des *utriculus* scharf ab, welche bei den vorderen Ampullen um so deutlicher in die Augen fallen, als unmittelbar unterhalb ihrer Einmündungsstellen der *utriculus* eine nicht unbeträchtliche Tiefe gewinnt (Fig. 6 *a*, *a'*, *a''*). Die Form des *utriculus* ist so unregelmässig, dass man von vornherein auf einen sie veranschaulichenden Vergleich zu verzichten geneigt ist. »Schlauchförmig« erhält er als gewöhnlichstes Prädicat; doch ist auch hiermit nicht viel über seine Form erklärt; der Hinblick auf die Abbildungen ist das einzige sicherste Auskunftsmittel. Man hat wohl entsprechend den Dimensionen vorne, hinten, oben, unten, vier Wände des *utriculus* unterschieden; doch ist hiermit, wie mir scheint, keineswegs der Ausführlichkeit der Schilderung gedient, noch die Genauigkeit gefördert worden; vielmehr dünkt mir hierin ein Grund für die in Betreff von Lagerungsverhältnissen von Utriculustheilen herrschende Meinungsverschiedenheiten und Confusionen zu liegen, welche sich nicht selten zu offenbaren Irrthümern steigern. Wir erinnern an die in der Einleitung gemachte Angabe über die Normalstellung des *utriculus*, nach welcher sich seine Längsaxe in der Richtung von aussen, vorne und oben, nach innen hinten und unten befindet und unterscheiden hiernach zwei Wände: eine vordere obere innere (»Dach«) und eine hintere untere äussere (»Boden«), welche allmälig in einander übergehen. Man kann zur

besseren Uebersicht den *utriculus* in 2 Abschnitte zerfällen, eine Eintheilung, deren Willkürlichkeit gemildert wird durch die Existenz einer zarten leistenförmigen Erhebung, welche zwischen jenen Abschnitten gelegen ist. Der vordere unter ihnen ist der sogenannte *recessus utriculi membranaceus*, welcher den einzigen nervösen Endapparat des *utriculus* enthält; es ist der geräumigere, indem er sowohl an Weite als an Tiefe den andern bedeutend übertrifft. Er bildet im Allgemeinen eine rundliche Schale und verschmälert sich erst beim Uebergange in den zweiten Abschnitt. Die in seinem Grunde ruhende *macula* (Fig. 7) ist ein kreisförmiger Kuchen von mässiger Wölbung, welcher mit seiner Peripherie nahezu die oben erwähnten Grenzleisten der Ampullenmündungen erreicht.

Will man die Lage der *macula* im *utriculus* unabhängig von der gemachten Eintheilung allgemein bezeichnen, so muss man sagen, dass sie sich im vorderen oberen äusseren Theile desselben befindet, woraus erhellt, dass sie ebenso Theile des Daches, wie des Bodens occupirt. Bei einem Präparate konnte ich ein auf ihr ruhendes, rundliches, in der Richtung auf den Boden zu abgeplattetes Bläschen beobachten, welches jedoch nicht den ganzen Kuchen bedeckte, sondern eine circa die Hälfte seiner Grösse betragende Randzone freiliess. Allem Anschein nach haben wir es hier mit einem Otolithensäckchen zu thun, welche seine Erhaltung einem glücklichen Zufall verdankte, da wohl meistens die vorsätzliche Präparation desselben an der äussersten Zartheit seiner Membran scheitern möchte. Die bereits oben erwähnte Verschmälerung des ersten Abschnittes beim Uebergange in den zweiten ist mit einer ziemlich plötzlichen Erhebung des Bodens verbunden und da dieser keineswegs einer bedeutenden Wölbung des Daches entspricht, so sinkt das Lumen dieser Uebergangsportion gewaltig herab. Hier, nach aussen und vorne von der Einmündung der Commissur findet sich also die erwähnte Grenzleiste zwischen beiden Abschnitten, welche im Ganzen der Richtung von hinten und aussen, nach vorne und innen folgt (Fig. 5 *a*).

Wir wenden uns nun zum zweiten Abschnitte des *utriculus*, der hauptsächlich deshalb unser Interesse erregen darf, weil sich hier die Einmündung eines Canales befindet, welcher die Communication des *utriculus* mit dem *sacculus rotundus* vermittelt. Wir werden später auf diesen Canal des Näheren zu reden kommen; hier begnügen wir uns damit, die Art seiner Einmündung zu besprechen. Bevor wir hierzu übergehen, ist es nöthig, mit wenigen Worten des gesammten Raumes jenes zweiten Abschnittes zu gedenken. Schon nach flüchtiger Betrachtung desselben gelangen wir zu der Vorstellung, dass wir es hier mit dem Confluens dreier Oeffnungen zu thun haben: nämlich denen des horizontalen Ganges, der Commissur und der hinteren Ampulle. Gemäss diesem Zu-

standekommen ist er von sehr unregelmässiger Beschaffenheit. Die für den Uebergangstheil des ersten Abschnittes in den zweiten besprochene Erhebung des Bodens hat, an der Grenzleiste angekommen, keineswegs ihr Maximum erreicht; derselbe wölbt sich vielmehr noch weiter bis etwa entsprechend dem Beginn der Commissureinmündung, um erst dann, zugleich etwas verschmälert, sich allmälig gegen die hintere verticale Ampulle hin zu senken, an deren Einmündung ebenso wie an denen der beiden vorne gelegenen eine begrenzende Leiste zu gewahren ist. Gehen wir nun zur Schilderung der Utricularöffnung jenes die beiden Vorhofssäckchen verbindenden Canals über (Fig. 5 *b*). Wir finden dieselbe nahezu auf dem Gipfel jener eben besprochenen Erhebung des Bodens und zwar am vorderen, inneren Theile desselben, etwas näher nach dem *recessus utriculi* gelegen. Sie steht schief von aussen und hinten, nach innen und vorne und kann parallel genannt werden mit der Einmündung der horizontalen Ampulle in den *utriculus*. Ihre Breite beträgt 0,3 Mm.

Während der untere Theil des Canales continuirlich in den Boden übergeht, bildet der obere Theil gleichsam eine überspringende Falte von halbmondförmigem Contour. Es ist ein ähnliches Verhältniss, wie mit der Oeffnung einer Westentasche. Diese eigenthümliche Mündungsweise resultirt aus dem weiter unten genauer zu erörternden Verlauf des Canales, welcher nicht senkrecht von unten den *utriculus* durchbricht, in welchem Falle ja sein Binnenraum dem Auge zugänglich wäre, sondern nachdem er eine Strecke weit dicht am Boden des *utriculus* herangezogen, sich endlich schräg in denselben einsenkt. Wir wenden uns nun zum *sacculus rotundus* und seinen Communicationen mit anderen Theilen des Labyrinthes (Fig. 8, 10, 11, 12, 5). Der Betrachtung seiner Lageverhältnisse zur nächsten Umgebung ist es zweckmässig diejenige seiner Form vorauszuschicken. Der *sacculus rotundus* ist nicht rund; der Wahrheit kommt man wohl ziemlich nahe, wenn man seine Umrisse mit denen einer Birne vergleicht. Im Uebrigen stellt seine Innenwand (vergleiche hinsichtlich dieser Bezeichnung, die in der Einleitung über die allgemeinen Stellungsverhältnisse des *sacculus* gemachten Angaben) eine mässig vertiefte Schale dar, über welche die Aussenwand ziemlich glatt, ohne besondere Wölbung darüber hingespannt ist. Der obere äussere Theil des *sacculus* zeigt eine kleine, zipfelartige Verlängerung, welche sich dicht an den Boden des *utriculus* anlegt, ein Gebilde, das leicht, wie es mir zu wiederholten Malen begegnete, eine Verbindungsröhre für den *utriculus* vortäuscht. Weiter nach hinten und innen mündet in den oberen Theil des *sacculus* der *aquaeductus vestibuli* (Fig. 12 *av*) in einer Richtung, welche identisch mit derjenigen des kleinen Durchmessers des ersteren ist und die Axe der Commissur unter einem spitzen Winkel

von ca. 10° kreuzt. Von einer Einmündung derselben kann man streng genommen nicht reden, da er sich mit trichterförmiger Verbreiterung ganz continuirlich mit dem oberen Sacculustheile verbindet; es lässt sich also keine Grenze zwischen Sack und *aquaeductus vestibuli* festsetzen. Im Gegensatze zu dieser oberen, mit anderen Theilen zusammenhängenden Partie des Sackes sehen wir die untere vordere von einem freien, halbkreisförmigen Rande begrenzt. Nach innen hinten und unten verschmälert sich der Sack immer mehr und zieht sich endlich zu einem schmalen Canal (*canalis reuniens*) (Fig. 8 *cr*), wenn man will, aus dem Stiel der Birne, welcher sich bekanntlich seinerseits in den *ductus cochlearis* einsenkt, wobei er dessen oberes Ende als sogenannten Vorhofsblindsack abgrenzt, ein Verhalten, welches Henle sehr treffend mit dem Einsenken des *oesophagus* in den Magen vergleicht. Dieser Vorhofsblindsack ist dicht unter der Mitte der hinteren, verticalen Ampulle und etwas nach aussen von ihr gelegen; er selbst sowohl, wie das zunächst folgende, oberste Stück der ersten Schneckenwindung biegt sich hakenförmig um, so dass seine Axe nach hinten innen und oben gekrümmt erscheint (Fig. 11 *dc*). Im Grunde des *sacculus*, zu dem wir hiermit zurückkehren, finden wir ein der *macula utriculi* entsprechendes Gebilde, welches im Allgemeinen die Formen des *sacculus* wiederholt (Fig. 9 *ms*). Gegen den *canalis reuniens* hin spitzt sich diese *macula sacculi* zu und ragt gewissermassen ein wenig in den Anfangstheil desselben hinein. Allgemein gesprochen liegt also der Sack unterhalb des vorderen Theiles des *utriculus*; doch ist zu berücksichtigen, dass er sich hierbei von hinten und innen unter den *utriculus* schiebt. Hier heftet er sich mit dem erwähnten zipfelartigen Fortsatze an den Boden des *utriculus* an einer Stelle an, die beiläufig der Mitte der *macula utriculi* entspricht. An allen übrigen Stellen berührt er den *utriculus* nicht mehr und es entsteht so ein von lockerem Gewebe erfüllter Raum, der seine obere Begrenzung im unteren Theile des *utriculus* (längs einer Linie, wo Dach und Boden in einander übergehen) seine untere am oberen Rande des Sackes, seine hintere innere am vorhin erwähnten Vorhofsblindsacke des Schneckenrohres findet. Im Ganzen zeigt der Sack Krümmungen in zwei Richtungen, die stärkste in der Richtung des grössten, die schwächste in derjenigen des kleinsten der oben angenommenen Durchmesser.

Schliesslich bleibt uns noch der *aquaeductus vestibuli* (Fig. 12 *av*) zur Betrachtung übrig. Den schönen Untersuchungen und Darstellungen Böttcher's ist es zu verdanken, dass dieser Labyrinththeil, welcher von Cotugno an bis vor Kurzem der Gegenstand beständiger Controverse war und zu den eigenthümlichsten Auffassungen Veranlassung gab, endlich in seine Rechte eingesetzt worden ist. Die von Hasse und mir gefertigten Präparate bestätigen sämmtlich die Böttcher'schen Ent-

deckungen und zeigen im Zusammenhange und isolirt von fremden Anhängseln diejenigen Theile, welche jener Forscher auf dem Wege successiver Querschnitte gefunden hat.

Nachdem der *aquaeductus vestibuli* an der Innenseite der Commissur und zwar den schon oben erwähnten Winkel mit der Axe derselben bildend herabgezogen ist, beginnt beiläufig in der Höhe ihrer Einmündung in den *utriculus* jene trichterförmige Verbreiterung, welche den Uebergang des *aquaeductus* in den *sacculus* vermittelt. Während man sich an jedem einigermassen geschonten Präparate von diesen Verhältnissen leicht überzeugen kann, so dürfte man hinsichtlich des Auffindens der Communicationsröhre zwischen *utriculus* und Sack auf grössere Schwierigkeiten stossen, denn einmal scheint dieselbe wie kein anderer Labyrinththeil zum Zerreissen disponirt zu sein, andererseits ist auch ihre Lage versteckt genug, um ihre Existenz selbst für geübtere Augen zweifelhaft zu machen. Immer aber kann man sich die durchschimmernde Einmündungsstelle in den *utriculus*, namentlich bei von unten beleuchteten Präparaten, in ihrer characteristischen Gestalt zu Gesicht bringen und hat man diese, so findet man auch nicht allzuschwer den Verlauf der Röhre. Dieselbe kann, morphologisch betrachtet, als aus dem Sacke, wie als aus dem Aquäduct entspringend geschildert werden; sie entsteht nämlich aus der Vorderseite jener oben erwähnten, trichterförmig verbreiterten Uebergangsstelle des Aquäducts, selbst trichterförmig, steigt ganz wenig nach abwärts und zieht dann durch lockeres Zellgewebe an den Boden des *utriculus* angeheftet, eine Strecke weit nach aussen und vorne um denselben in der früher besprochenen Weise zu durchbrechen. Die trichterförmige Verbreiterung ihres Ursprunges verliert sich allmälig; der Canal gelangt zu einer ziemlich constanten Breite, um erst kurz vor seinem Eindringen in den *utriculus* wieder an Weite zu gewinnen. Er ist 0,6—0,7 Mm. lang (Fig. 10 *c*, *c'*).

Es bliebe jetzt noch übrig, über die bei diesen Arbeiten befolgte Präparationsmethode, welche zuerst von Hasse mit Erfolg angewandt wurde, Weniges anzufügen. Sie hat manche Vorzüge vor anderen, namentlich vor solchen bei denen chemische Reagentien ins Spiel kommen; doch ist hier nicht der Ort die Vorzüge oder Mängel des einzelnen Verfahrens detaillirter zu erörtern. Mehr oder minder problematisch ist der Erfolg dieser Methoden (die gleich zu schildernde Hasse'sche nicht ausgeschlossen) immerhin, und wenn man auch bei längerer Uebung des letzteren eine Fertigkeit im Isoliren häutiger Labyrinthe erlangen mag, welche sich allmälig zu einer relativen Sicherheit steigern dürfte, so ist bei alledem ein völlig intactes Präparat eben immer noch ein geliebtes Kind, bei dem der Zufall zum mindesten Pathe gestanden hat. Der Gang des Hasse'schen Verfahrens ist im Allgemeinen folgender. Man

befreit sorgfältig den sagittal halbirten Kopf des Embryo aussen in der Gegend des *meatus auditorius externus* von Haut, Muskulatur etc.; hierauf nehme man den *annulus tympanicus* sammt Trommelfell und Gehörknöchelchen weg und man ist auf das embryonale Gewebe gelangt, welches die Paukenhöhle ausfüllt. Wird dieses ebenfalls mit einer feinen Pincette hinweggezogen, so erblicken wir die knorplige Aussenwand der Schnecke. Oberhalb des *foramen ovale*, welches als Orientirungspunct dienen kann, gewahren wir nach Hinwegnahme des Periostes, respective Perichondriums ein sphärisches Dreieck, welches von drei Wülsten begrenzt wird, die in ihrem Innern die häutigen Bogengänge bergen. Der unterste Wulst entspricht dem horizontalen, der oberste dem vorderen verticalen, der hinterste dem hinteren verticalen Bogengange.

Hat man sich nun aussen diese Theile zu Gesicht gebracht, so wende man sich nach Innen zur Ablösung der *dura mater*. Konnten wir aussen mit ziemlicher Dreistigkeit zu Werke gehen, so ist hier grössere Vorsicht rathsam. Vor allen Dingen ist hier das gewaltsame Zerren des Periostes mit der Pincette verpönt, da man hierfür leicht durch Sprünge und Risse des Knorpels und der in ihm eingeschlossenen, häutigen Theile hinlänglich bestraft würde. Eine weitere Aufgabe ist es den *aquaeductus vestibuli*, dessen Eintrittsstelle in den perilymphatischen Raum sich als kleiner, pyramidenartiger Vorsprung zu erkennen giebt, vor dem Abreissen zu schützen. Diesem Schicksale würde er sicher anheimfallen, wenn man mit dem Abziehen der *dura mater* von oben begänne. Relativ am sichersten verfährt man, wenn man an dem unteren Theile der inneren Schneckenfläche sich durch kleine Scheerenschnitte Periostzipfel verschafft, welche man langsam von unten nach oben weiterzieht, und man hat dann nicht selten die Freude, dass mit zwei bis drei vorsichtigen Zügen die ganze Fläche des Operationsfeldes von allem Anhängsel befreit ist. Zur leichteren Handhabung des Präparates ist es rathsam, benachbarte Knochenstücke mit demselben in Verbindung zu lassen, wozu ich gewöhnlich die um die untere vordere Schneckenabtheilung gelegene, knöcherne Umgebung benutzte. Bei allen bisher beschriebenen Manipulationen ist es von Wichtigkeit, das Präparat möglichst feucht zu halten; zur unerlässlichen Bedingung wird dies für den weiteren Verlauf des Verfahrens. Wir benutzen zu diesem Ende eine Mischung von zwei Theilen Alcohol und einem Theil destillirten Wassers, welches Verhältniss sich als das zweckmässigste herausgestellt hat. Nimmt man zuviel Wasser, so werden namentlich die Bogengänge schlaff und ohne jene elastische Widerstandskraft, welche zu den Hauptzierden eines gelungenen Präparates zu rechnen ist. Für den weiteren Fortgang der Präparation empfiehlt es sich, schwarzes Papier als Unterlage zu benutzen, um so leichter den blossgelegten Bogengang von seiner

knorpligen Umgebung unterscheiden zu können. Normalsichtige Präparanten werden der Loupe nicht entbehren können; ausser dieser sind eine spitze Nadel, ein kleines Scalpell und eine feine Pincette, die einzigen erforderlichen Instrumente. Man hebt nun die Spitzed es Scalpells oder der Nadel, deren jeweiliger Gebrauch lediglich Sache der Bequemlichkeit ist, sorgfältig von dem durchschimmernden Bogengange abgewandt, ein Knorpelstückchen nach dem andern ab. Es ist im Grunde genommen gleichgültig, von wo aus man mit diesem Ablösen des Knorpels beginnen will; hier wird sich eine gewisse individuelle Gewohnheit herausstellen; aber sehr zu widerrathen ist es, andere Theile des Labyrinthes, etwa die Schnecke, vor Bloslegung der Bogengänge in Angriff zu nehmen. Ich werde den von mir nach vielen Versuchen zuletzt eingehaltenen Weg in Kürze schildern, ohne jedoch auf manuelle Details eingehen zu können, welche nach den ersten paar Versuchen erkannt und erworben werden. Mein Anfang ist der Ort, wo sich die beiden verticalen Gänge zur Commissur vereinigen. Von hier gehe ich längs des vorderen, verticalen Ganges zu der gleichnamigen Ampulle; hierauf wende ich mich zu der daneben liegenden, horizontalen Ampulle und verfolge ihren zugehörigen Bogengang, soweit er oberflächlich liegt, so weit, als ihr obenerwähnter Wulst sich erstreckt. Dann kehre ich zum Orte meines Anfanges zurück und verfolge den hinteren, verticalen Gang; ist auch seine Ampulle befreit, so kommt als nächste Aufgabe die Blosslegung des Aquäducts. Jetzt ist die äusserste Vorsicht nöthig, da hier ein einziger unglücklicher Zug an einem theilweise losgelösten Knorpelstückchen die schlimmsten Zerstörungen anrichten kann. Man gehe von unten nach oben, also etwa von dem obersten Ende der inneren Schneckenwand aus und verzichte lieber durch gleichsam schichtenweises Abtragen des Knorpels auf das Ablösen von grösseren Stücken im Zusammenhange. Ist der Aquäduct unversehrt zu Tage gefördert, so ist die gefährlichste Klippe glücklich vermieden. Es folgt dann die verhältnissmässig leichte Präparation der Commissur und der vorderen inneren Utricularwand. Ich vergass bei den Bogengängen zu erwähnen, dass es wünschenswerth ist, dieselben nicht nur einfach bloszulegen, sondern sie auch gewissermassen zu unterminiren, weil es dann weniger riskant ist, die zwischen ihnen und der Commissur gelegene Knorpelmasse durch Bröcklen mit der Nadel und leichtes Zerren mit der Pincette nach und nach zu entfernen und so schliesslich zur Darstellung der Einmündung des horizontalen Ganges und der vorderen inneren Wand des *utriculus* zu gelangen. Bisher wurde das Präparat zwischen zwei Fingern fixirt (wobei jedoch das Drücken auf die Schnecke vermieden werden muss), indem man sich hierzu des am unteren Theile der Schnecke absichtlich erhaltenen Knochenstückes bediente. Ist nun aber der oberste

Fig. 1. (50/1)

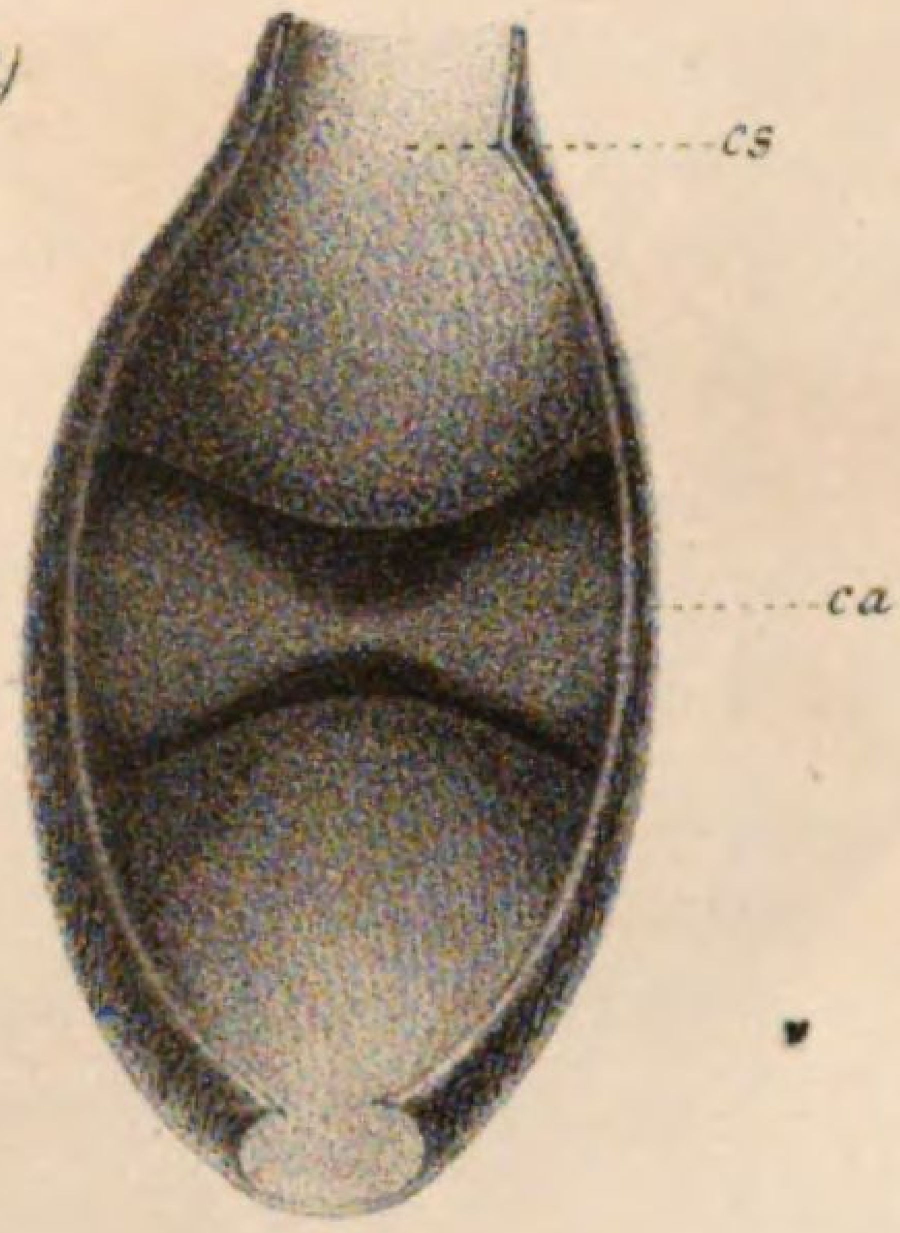


Fig. 2. (50/1)

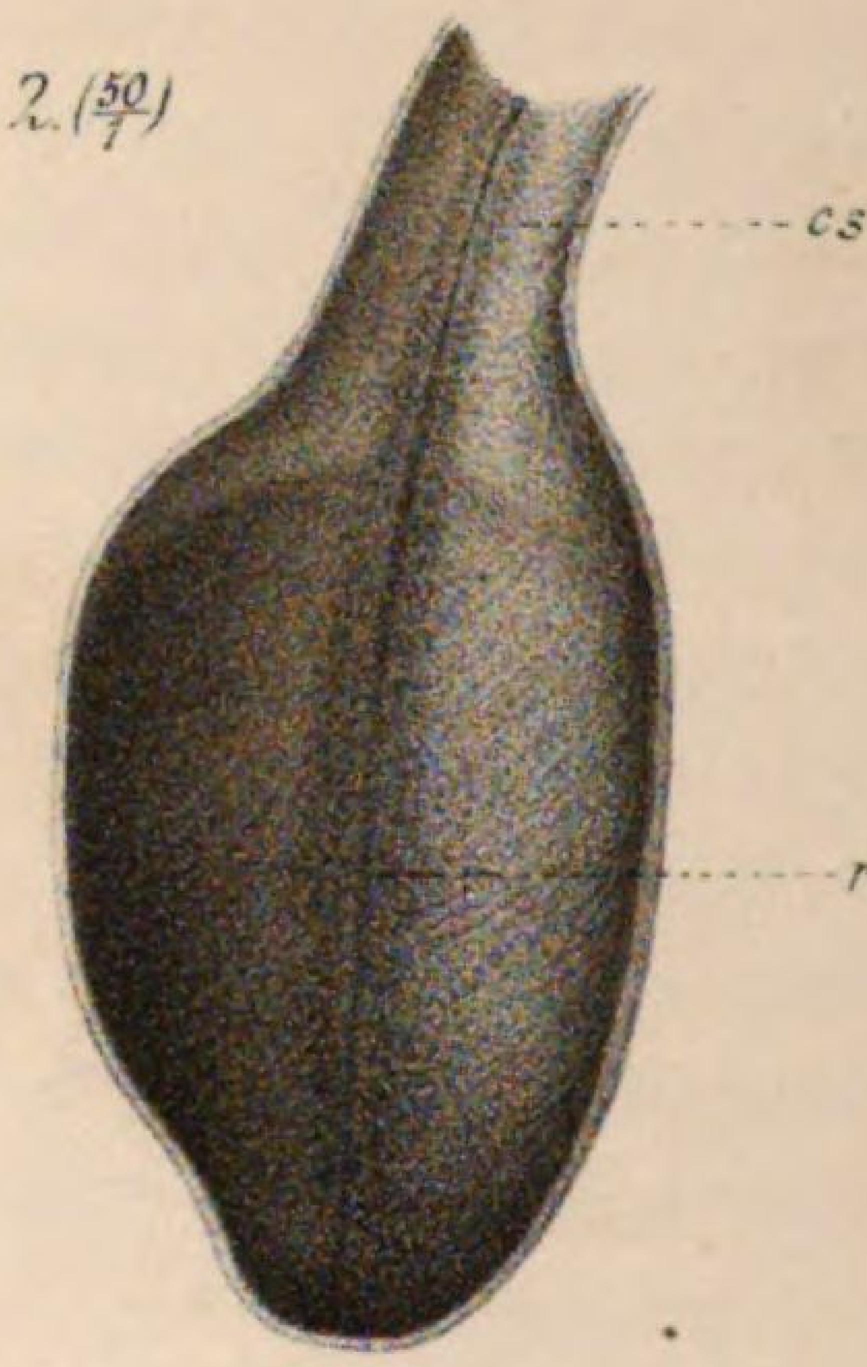


Fig. 6. (6/1)

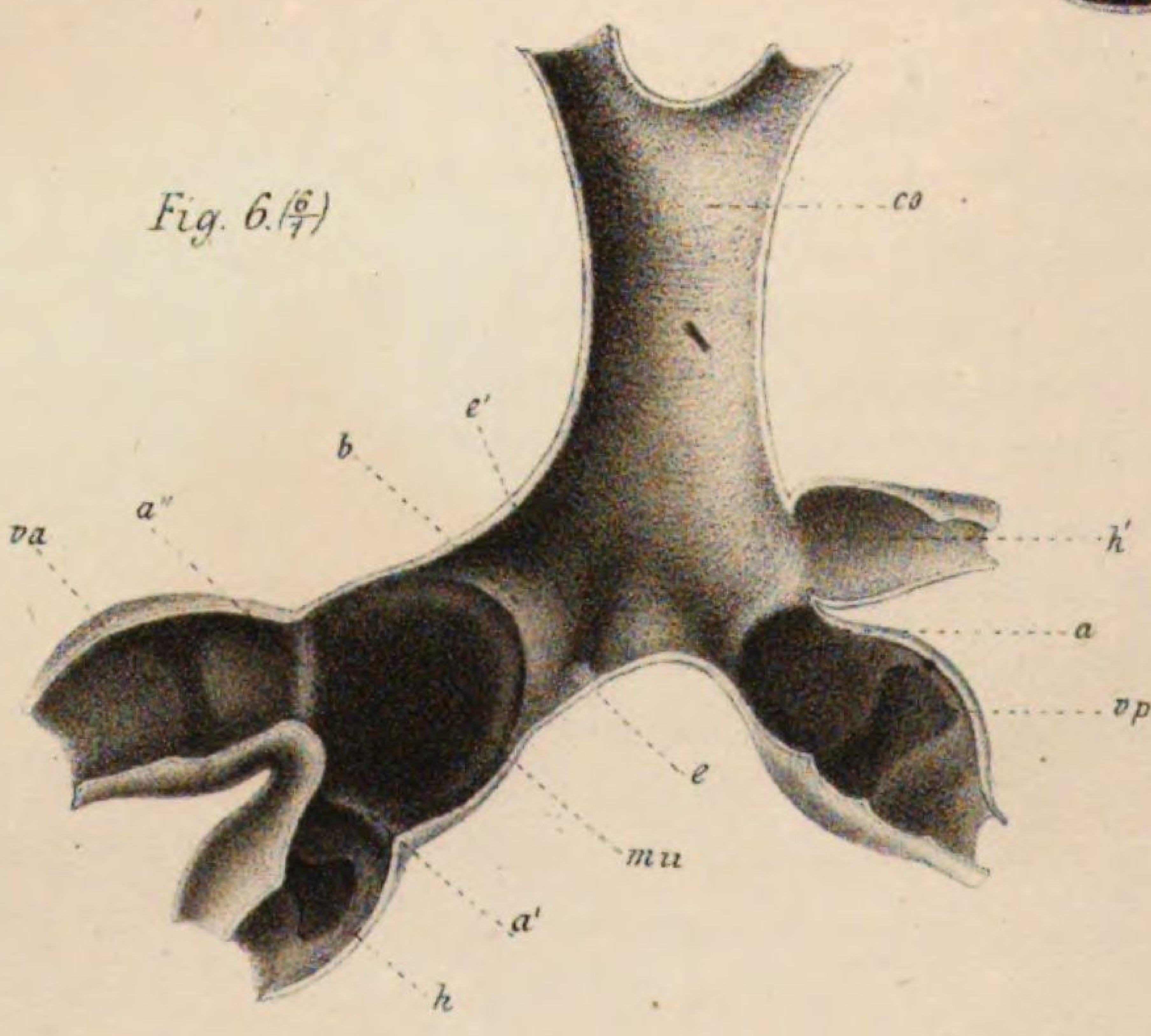


Fig. 7. (25/1)

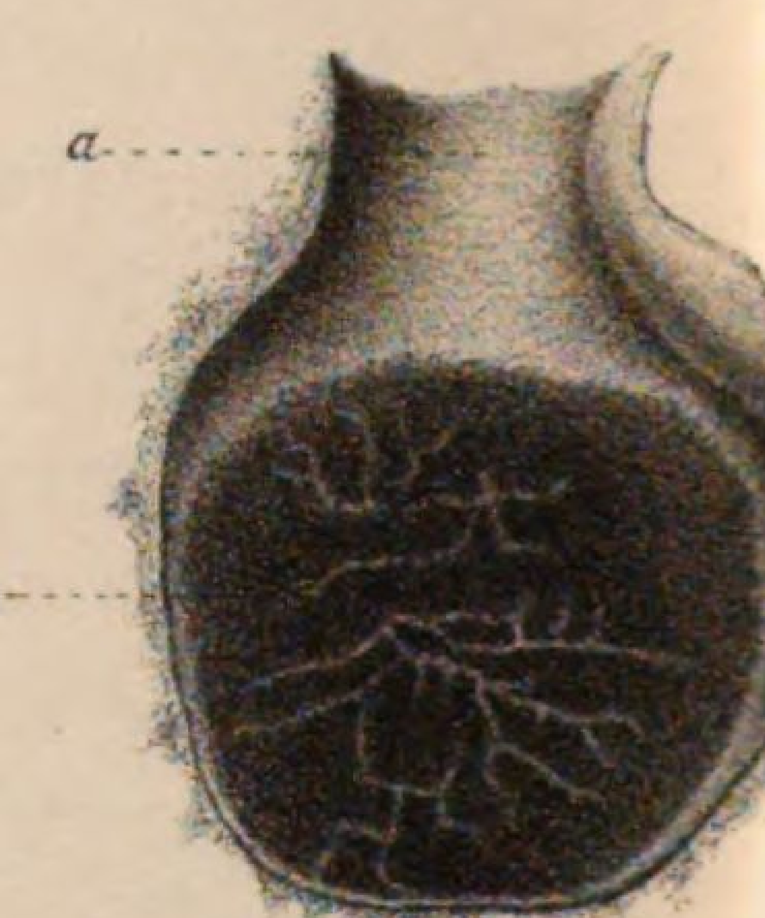
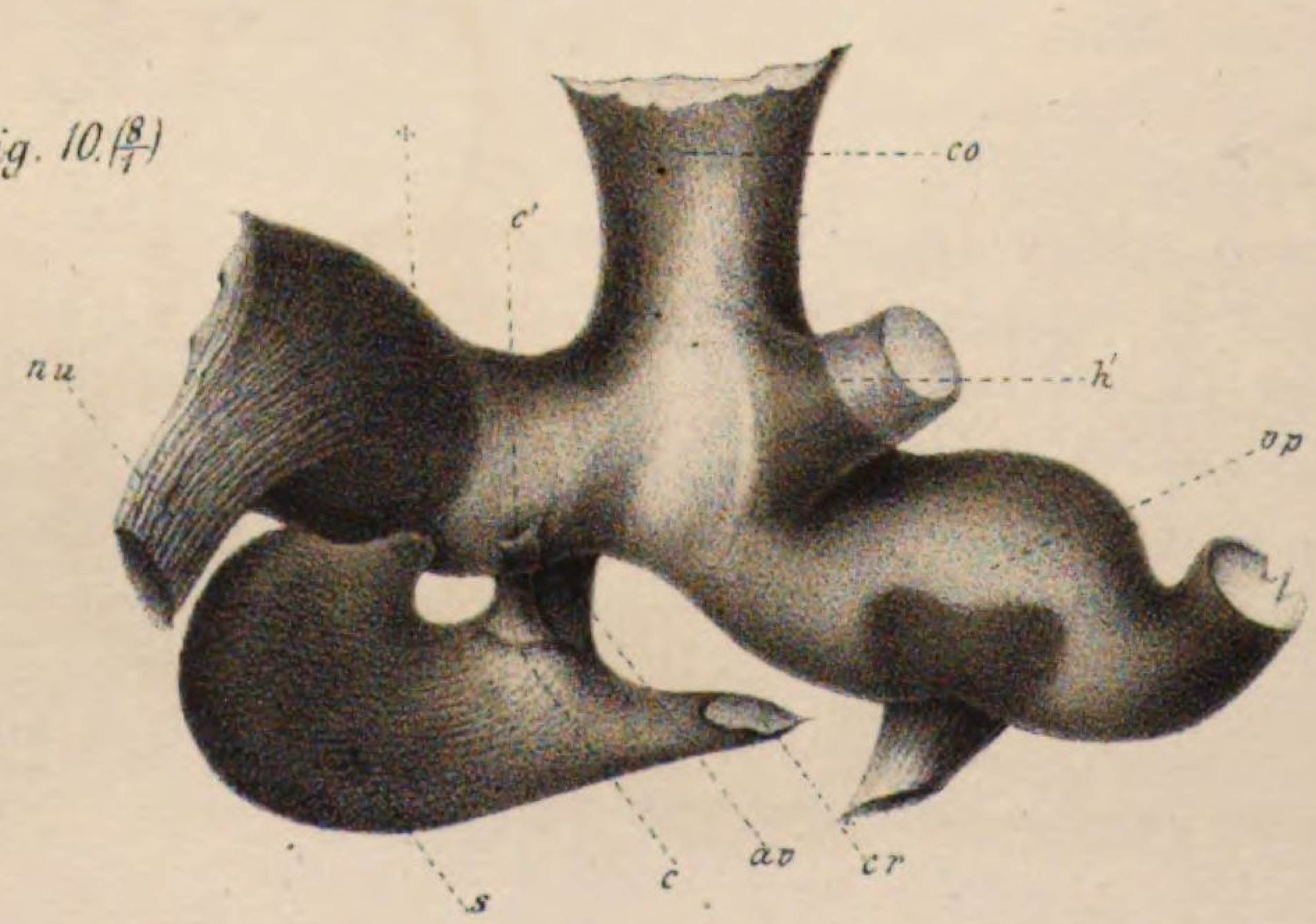
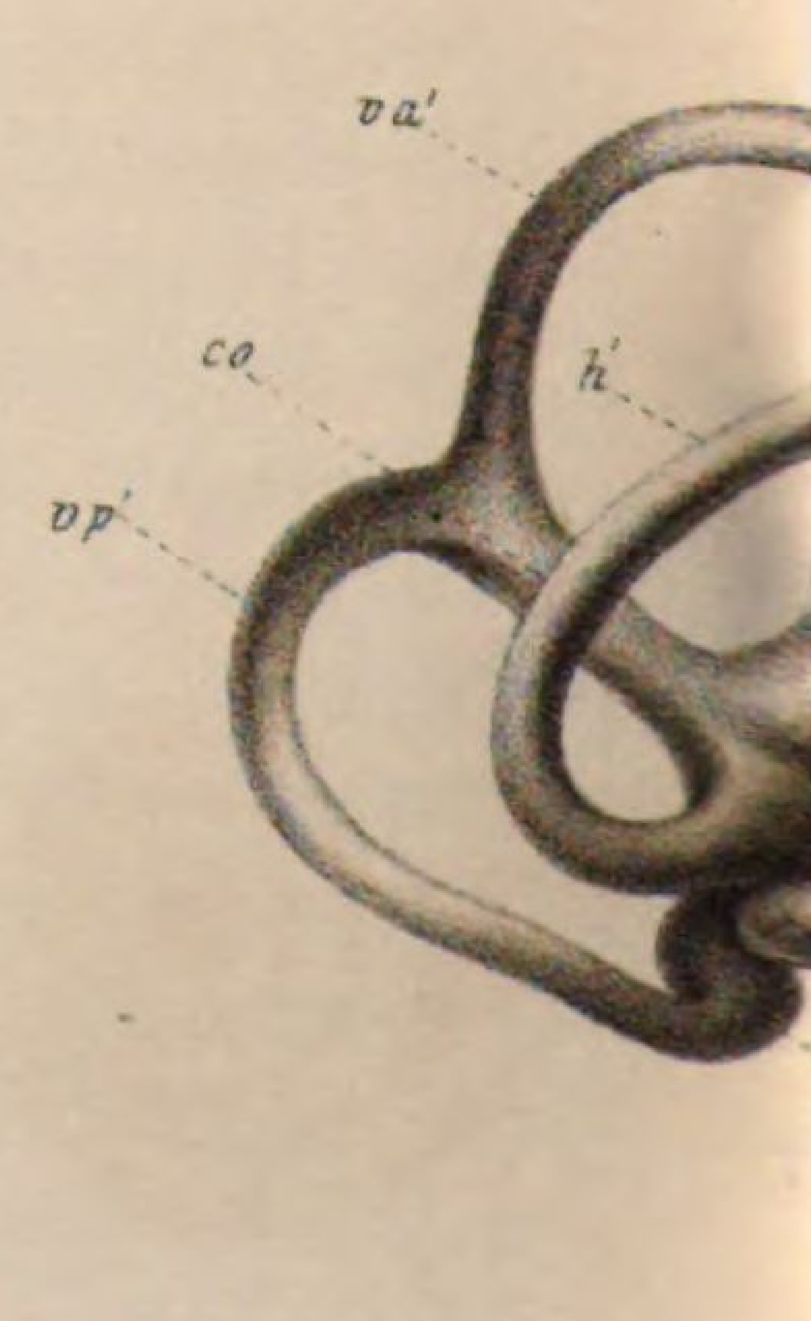


Fig. 10. (8/1)





Rabus, del.

Fig. 3. (30/1)

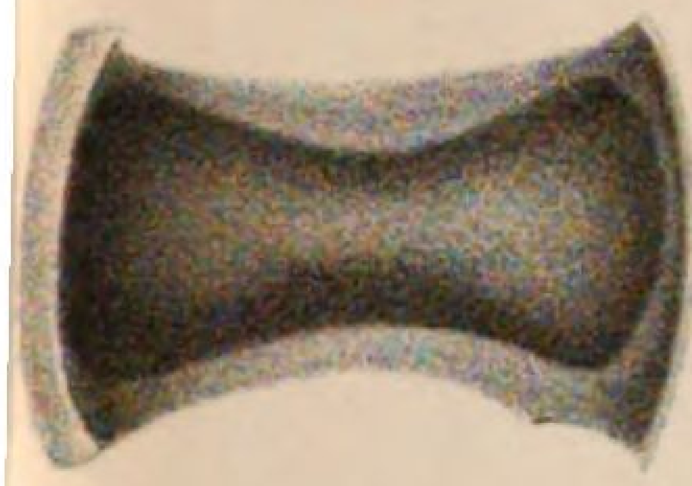


Fig. 5. (15/1)

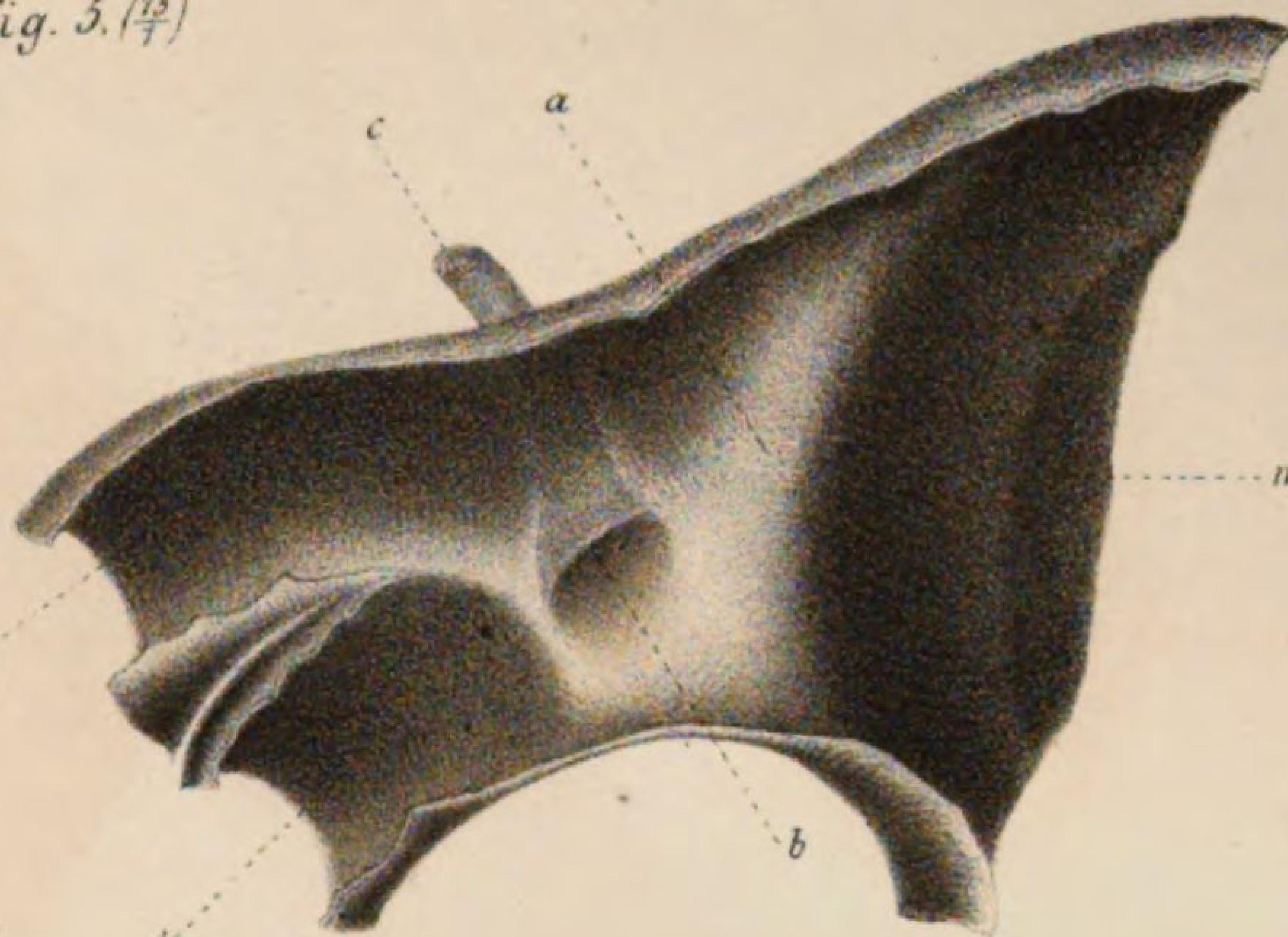
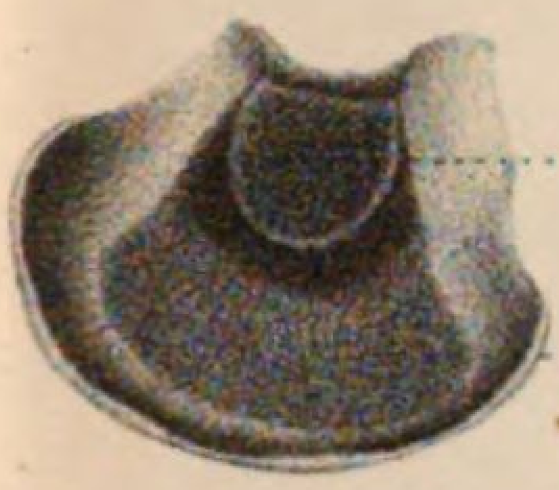
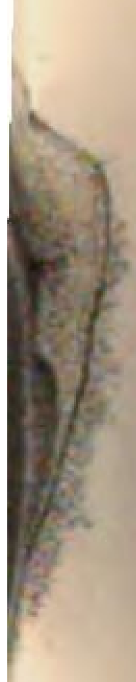


Fig. 4. (50/1)





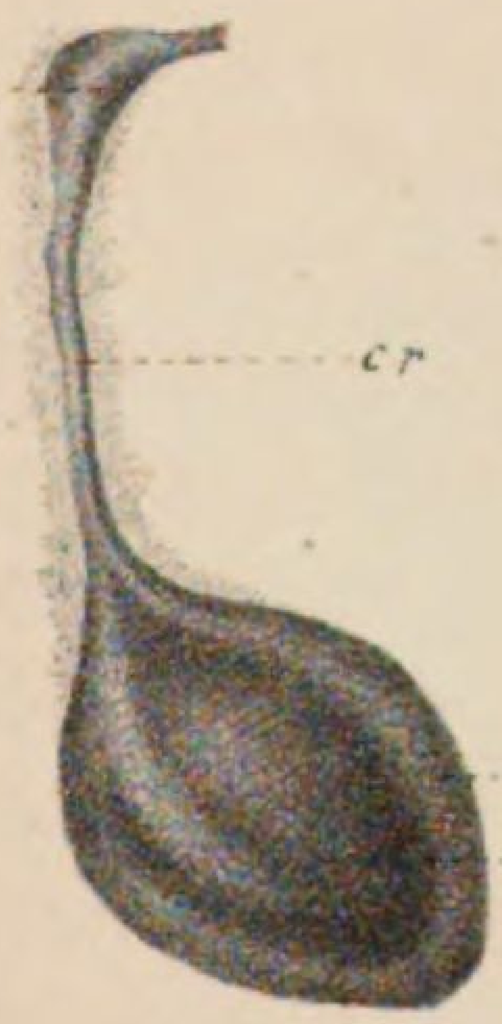


Fig. 8. (8/1)



Fig. 9. (25/1)

Fig. 11. (4/1)

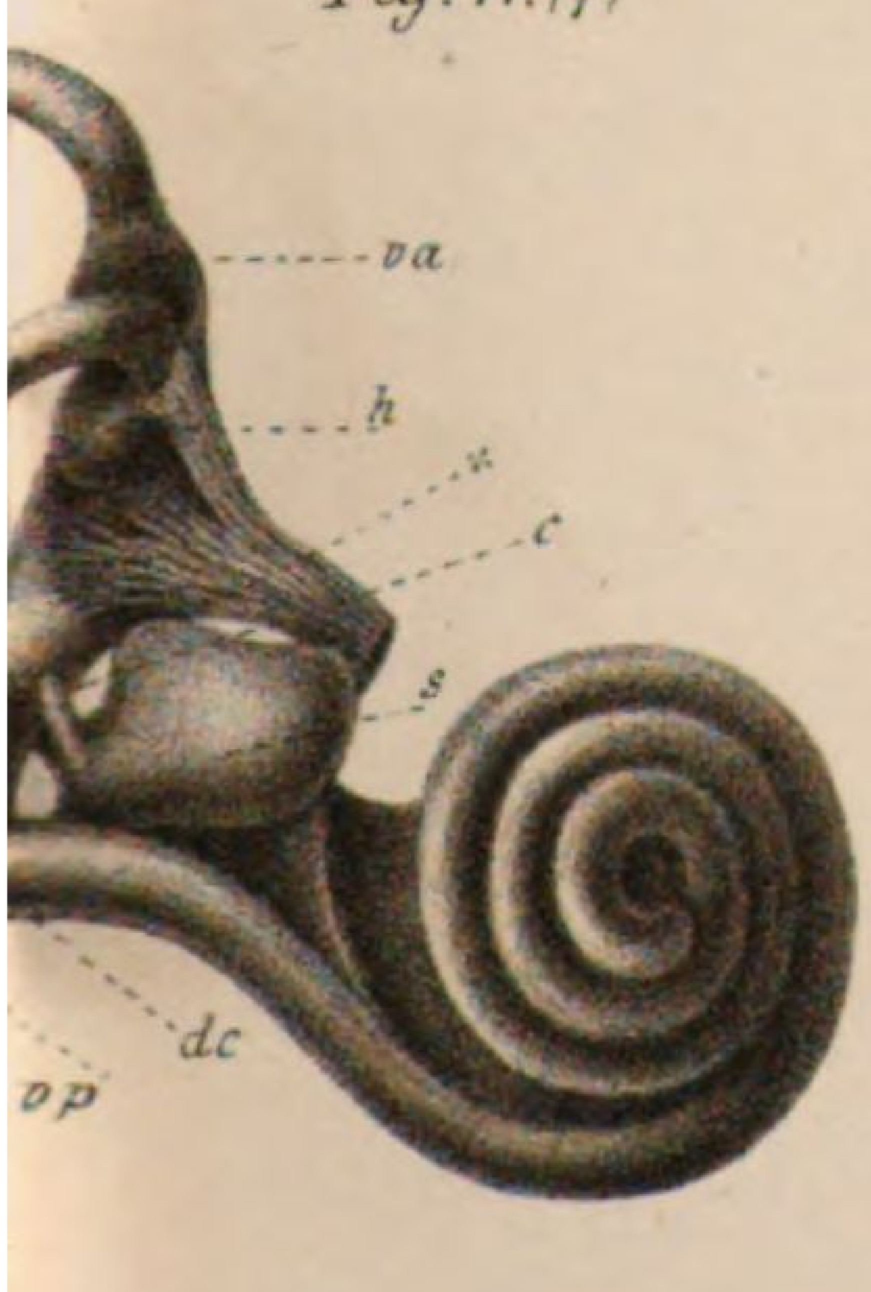
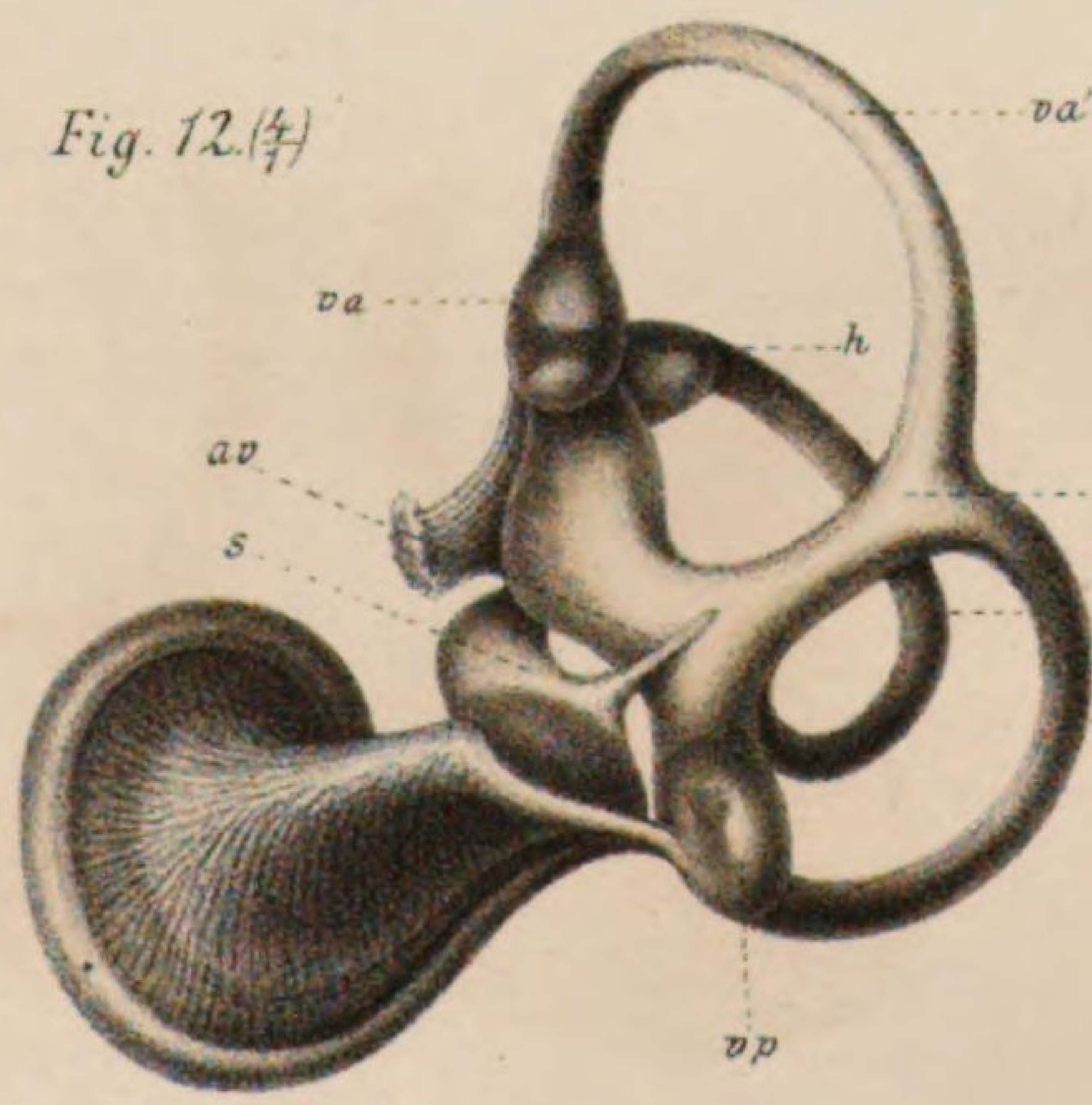


Fig. 12. (4/1)



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Theil des Labyrinthes herauspräparirt, so entfernen wir alle derartige Anhängsel und operiren nunmehr zur Bloslegung der Schnecke nur noch mit zwei Pincetten, indem wir mit der einen das Präparat an irgend einem Knorpeltheile fixiren, mit der anderen aber, dem Verlaufe der Windungen entsprechend, die knorplige Hülle langsam herunterziehen. Ich beginne gewöhnlich am Vorhofsblindsacke und erst nach Befreiung der Aussenseite schreite ich zur Bloslegung der Innenseite. Zu den Hauptschwierigkeiten gehört es, den Sack und seine directe Nachbarschaft von der ihn umlagernden Periostmasse zu befreien. Hier entscheidet oft ein einziger Zug über das Schicksal des vielleicht bis dahin tadellos erhaltenen Präparates; hier lässt sich kein bestimmter Gang vorschreiben; die Chancen sind gleich für die meisten Angriffspuncte. Derartige Manipulationen entziehen sich allgemeinen Regeln ebenso, als es unmöglich war, alle jene kleinen technischen Vortheile zu erwähnen, durch deren Erlangung und schliessliche Aneignung man sich für die Mühe und aufgewandte Geduld der ersten Versuche entschädigt und belohnt halten muss.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Das Dach der Ampulle (vom Rind) ist abgetragen und so der Boden sichtbar gemacht. *ca. crista acustica*. *cs.* Uebergang der Ampulle in den *canalis semicircularis*.

Fig. 2. Innenseite des Ampullendaches (vom Rind). *r.* Dachzellenstreif, welcher sich bei *cs*, dem Uebergange in den *canalis semicircularis*, als *raphe* fortsetzt.

Fig. 3. Isolirte *crista acustica* von oben gesehen (vom Rind).

Fig. 4. Ausbreitung des *planum semilunatum pl*, an der Seitenwand der Ampulle. *ca.* Schnittfläche der *crista acustica* (vom Rind).

Fig. 5. An einem *utriculus* des Rindes sind entfernt: der ganze vordere obere Theil desselben, die Commissur sammt dem Utriculusdache und von der hinteren, verticalen Ampulle und dem horizontalen Canale sind nur die kurz abgeschnittenen Einmündungsstellen sichtbar. *mu. macula utriculi*. *v p.* Hintere, verticale Ampulle. *h'.* Horizontaler Bogengang. *c.* Communicationsröhre zwischen *utriculus* und *sacculus*. *b.* Einmündungsstelle derselben im *utriculus*. *a.* Grenzleiste zwischen dem *recessus utriculi membranaceus* und dem hinteren Theile des *utriculus*.

Fig. 6 zeigt den Binnenraum des *utriculus* im Zusammenhange mit den einmündenden Theilen. Das Dach des *utriculus*, die Vorderwand der Commissur

und die Dächer der Ampulle sind entfernt. *va.* vordere, verticale Ampulle. *h.* Horizontale Ampulle. *h'.* Einmündender, horizontaler Bogengang. *v p.* Hintere, verticale Ampulle. *a, a', a''.* Leisten an den Oeffnungen der Ampullen in den *utriculus.* *mu. macula utriculi.* *b.* Grenzleiste zwischen dem *recessus membranaceus utriculi* und dem hinteren Theile des *utriculus.* *c.* Einmündung der Communicationsröhre. *c'.* Durchschimmernder Theil derselben. *co.* Commissur (vom Rind).

Fig. 7 zeigt den geöffneten *recessus utriculi membranaceus* mit der in seinem Grunde enthaltenen *macula utriculi (mu).* *a.* Uebergang in den hinteren Theil des *utriculus* (vom Menschen).

Fig. 8. *s. sacculus rotundus.* *ms.* Durchschimmernde *macula sacculi.* *cr. canalis reuniens.* *dc.* Beginn des *ductus cochlearis* (vom Rind).

Fig. 9 zeigt den *sacculus* geöffnet. *ms. macula sacculi.* *cr. canalis reuniens* (vom Rind).

Fig. 10 soll den Verlauf der Communicationsröhre zwischen Sack und *utriculus* zeigen; zu diesem Zwecke wurde der Sack etwas herabgezerrt. *co.* Commissur. *h'.* Horizontaler Bogengang. *vp.* Hintere, verticale Ampulle. *s. sacculus.* *cr. canalis reuniens.* *av. aquaeductus vestibuli.* *nu. nervus utriculi,* † zipfelartiger Fortsatz des Sackes. *c.* Ursprung, *c'.* durchschimmernde Mündungsöffnung der Communicationsröhre (vom Rind).

Fig. 11. Häutiges Labyrinth *in toto* von vorne und aussen gesehen in seiner natürlichen Lage. *va, h, vp, co, s* entsprechen den Bezeichnungen der früheren Figuren. *va', vp', h'* sind die zu den betreffenden Ampullen zugehörigen Bogengänge. *c.* Communicationsröhre. *dc.* Vorhofsblindsack. † zipfelartiger Fortsatz des Sackes (vom Rind).

Fig. 12. Dasselbe Präparat von innen und hinten gesehen, in seiner natürlichen Lage. *av. aquaeductus vestibuli.* Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben, wie in Fig. 11.

XIX.

Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere.

Von

Dr. C. Hasse.

Mit Tafel XXXV u. XXXVI.

Die Lymphbahnen des inneren Ohres, oder besser die Wege zu schildern, auf denen eine Erneuerung der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit stattfinden kann und auf denen die Stoffe der regressiven Metamorphose abgeführt werden, ist nicht die leichteste unter den schwierigen Aufgaben, die das Gehörorgan dem Forscher stellt, eine Aufgabe, an deren Lösung erst die Neuzeit mit grösserer oder geringerer Klarheit der Bestrebungen herangetreten ist. Die Beobachtungen sind ausserordentlich sparsam und mehr beiläufig gemacht und beschränken sich immer nur auf einzelne Thiere. Keiner hat bis jetzt den Versuch gewagt, durch die ganze Reihe der Wirbelthiere die in Frage kommenden Bildungen zu verfolgen, das Typische von dem Nichttypischen zu sondern und sich über die physiologische Bedeutung klar zu werden und doch ist es nur auf diesem Wege möglich, eine klare, deutliche Vorstellung zu erlangen und unfruchtbare und zeitraubende Controversen zu vermeiden. Dabei gewinnt denn häufig das, was man bei den Untersuchungen in einer bestimmten Thierclasse als gleichgültig behandelt und kaum der Untersuchung für werth erachtet, oftmals eine hohe Bedeutung. Dafür ist mir der sogenannte *aquaeductus cochleae* ein lehrreiches Beispiel gewesen. So lange ich mich mit der Untersuchung der Vögel und Säugethiere beschäftigte, habe ich demselben dieselbe Aufmerksamkeit geschenkt, wie alle Forscher der neuesten Zeit und denselben als einen einfachen, gefässführenden Canal betrachtet und doch hätten Beobachtungen älterer Forscher, wie COTUGNO[1]) und namentlich

1) Thesaurus dissertationum de Sandifort.

Meckel[1], Breschet[2] und vor allem Windischmann[3] und Rathke[4], aufmerksam machen müssen. Die ersteren Beobachter bezeichnen die Wasserleitungen als Divertikel, die Meckel sogar mit Quecksilber injicirt hat, während Windischmann und Rathke eigenthümliche, sackartige Anhänge am Labyrinthe beobachteten, die sie, trotzdem sie ausserhalb der Gehörkapsel lagen und trotzdem sie niemals einen Nerven an denselben beobachten konnten, dennoch gezwungenermassen mit der Schnecke in Verbindung brachten. Alle diese Beobachtungen gewannen erst einen Werth für mich, als ich bei den Schildkröten den *canalis lymphaticus* und die Beziehungen desselben zum perilymphatischen Raume entdeckte und als Clason bei seiner, unter meiner Leitung ausgeführten Arbeit über das Gehörorgan der Eidechsen denselben und zugleich einen sackartigen Anhang auffand und auch eingehendere Studien über den *aquaeductus vestibuli* machte, die er dann in einer Arbeit, die mir leider nicht zu Gesicht gekommen und die ich nur aus dem Jahresberichte von Henle kenne, an anderen Thieren weiter verfolgt zu haben scheint. Alle diese Beobachtungen, im Zusammenhalt mit den Erfahrungen, die ich über das offene *foramen rotundum* einiger Vögel und Amphibien gewonnen, machten mir vor allen Dingen die Bedeutung des *aquaeductus cochleae* klarer und als Ketel auf meine Veranlassung nach ähnlichen Bildungen bei den *Cyclostomen* forschte und solche zu finden glaubte, liess sich die hohe physiologische und morphologische Bedeutung nicht absprechen, besonders auch, da die Untersuchungen Schwalbe's über die Lymphbahnen des Auges[5], der beiläufig auf eine Lymphbahn des inneren Ohres aufmerksam machte und Böttcher's Beobachtungen über den gleichen Theil[6] auf Aehnliches hinweisen. Ich versuchte in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische an der Hand der damals gewonnenen Erfahrungen eine allgemeine Darstellung der Wege, auf denen sich die peri- und endolymphatische Flüssigkeit erneuern kann, zu geben und glaubte das Verhältniss dahin präcisiren zu können, dass sich die lymphatische Flüssigkeit bei sämmtlichen Wirbelthieren aus der Schädelhöhle durch den *aquaeductus vestibuli* in das Innere des Gehörorganes ergiesst, durch Exosmose dann in das *cavum perilymphaticum* gelangt und sich nun bei den Fischen wieder in die Schädelhöhle entleert, oder bei den höheren Thieren durch einen eigenen *canalis lympha-*

1) Dissertatio anat. physiol. de labyrinthi auris contentis. 1777.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'oûie et sur l'audition. 1836.

3) De penitiori auris in amphibiis structura.

4) Entwicklungsgeschichte der Schildkröten.

5) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. VI. 1870.

6) Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinthes. Leipzig 1871.

ticus, oder durch den *aquaeductus cochleae* peripherisch in ein Lymphgefäss abgeführt wird, wie es nach HENLE, auch CLASON in seiner Arbeit anzunehmen scheint. Ich verkannte aber schon damals die Lücken nicht, die ich nur mittelst Hypothesen übersprang, fehlte mir ja doch der positive Nachweis eines *aquaeductus cochleae* bei den *Plagiostomen*, fehlte mir doch ferner bei den Teleostiern ein *aquaeductus vestibuli* und hatte ich denselben ja auch bei den Fröschen nicht nachgewiesen. Ferner fehlte mir auch bei den Fröschen und Vögeln die geschlossene Bahn des *canalis lymphaticus*, wie solches bei den Eidechsen und Schildkröten vorkam. Ferner trübte die Thatsache der bisher angenommenen, offenen Communication des *recessus labyrinthi* mit der Oberfläche des Schädels, bei den Plagiostomen weiterhin das blindgeschlossene Ende des *aquaeductus vestibuli*, wie CLASON es bei den Eidechsen fand und RATHKE bereits früher bei den Schlangen und Schildkröten nachgewiesen und weiter auch die Frage nach dem Verhältnisse zwischen offenem und geschlossenem *foramen rotundum* bei den Vögeln und der *apertura aquaeductus cochleae*, die Glätte der Theorie. Bei Lichte besehen hatte meine ganze Theorie den Werth einer kühnen Hypothese, der man höchstens das Verdienst hätte zuschreiben können, eine Anregung zu weiteren Forschungen zu geben und ich hielt es daher für meine Pflicht, nachdem ich soweit gedrungen, selbst Hand anzulegen, allseitig so viel wie möglich zu forschen und womöglich die Berechtigung der Theorie nachzuweisen, die doch immerhin auch für die Praxis eine folgenreiche sein würde und somit der ganzen Lehre vom Gehörorgane eine gewisse Abrundung zu geben. Dazu war es natürlich nöthig die ganze Wirbelthierreihe, von den niedersten angefangen, zu untersuchen. Ich bereue es nicht, diese Untersuchung aufgenommen und diesen Weg eingeschlagen zu haben. War sie auch eine der mühereichsten, die ich überhaupt in den letzten Jahren angestellt, so war sie dafür auch in vielen Beziehungen lohnend, umsomehr, weil damit die Einheitlichkeit des Baues des Gehörorganes in der Wirbelthierreihe noch weitere Stützen bekommt und weil auf manche morphologische Verhältnisse, die mir bis dahin dunkel waren, ein klares Licht geworfen wird. Man möge nun aber nach der Ueberschrift dieser Abhandlung, die Manchem vielleicht prätentiös dünken möchte und die sich nur durch das Fertige der Untersuchung rechtfertigen liesse, nicht voraussetzen, dass ich etwas vollkommen Abgeschlossenes und in allen Puncten Sicheres vorzulegen im Stande bin. Im Gegentheil, es ist nur ein weiter ausgedehnter Versuch und tritt nicht aus dem Rahmen einer Studie heraus zu einer vollkommen abgeschlossenen Lehre, überall wird man auf Fragezeichen stossen, selbst wo dieselben nicht ausdrücklich angeführt, und ich bescheide mich damit, erfährt doch hiermit die ganze interessante Frage die erste

ausführliche Behandlung. Möge sie Nachahmer finden und möchten recht bald andere Bearbeiter Vollkommeneres und Besseres leisten, dann ist mein wesentlicher Zweck erfüllt.

Bevor ich mich nun zur speciellen Beschreibung der einschlägigen Verhältnisse wende, will ich in kurzen Zügen das wesentlichste Resultat, zu dem mich meine Untersuchungen in sämmtlichen Wirbelthierclassen geführt, voranstellen. Sämmtliche Wirbelthiere besitzen eine aus dem *vestibulum* sich erhebende Röhre, die mit Ausnahme der Plagiostomen, wo dieselbe auf die Schädeloberfläche führt, bei allen Thieren in die Schädelhöhle sich begiebt und entweder blindgeschlossen endet und einem epicerebralen Lymphraume ansteht, oder in denselben sich öffnet. Es ist das der *ductus endolymphaticus,* oder *aquaeductus vestibuli* mit dem *saccus endolymphaticus,* welch ersterer bei den meisten Wirbelthieren speciell aus dem *sacculus,* also aus der unteren Vorhofsabtheilung sich erhebt. Die perilymphatische Flüssigkeit ergiesst sich dann bei den Fischen ohne bestimmt gesonderte Bahnen in die Schädelhöhle, in den epicerebralen Raum, bei den Plagiostomen dagegen gesondert auf die Oberfläche des Schädels und bei den übrigen Wirbelthieren geht, abgesehen von Nebenwegen, eine gesonderte Bahn mittelst eines engen Canals entweder in den epicerebralen Raum, oder zu einem im *foramen jugulare* gelegenen Lymphsack, der einerseits in ein peripheres Lymphgefäss, andererseits wieder in den epicerebralen Lymphraum übergeht, und dieser Canal ist der *canalis s. ductus perilymphaticus* mit dem *saccus perilymphaticus,* der die Gehörkapsel entweder durch das *foramen rotundum,* oder durch die *apertura aquaeductus cochleae* der Autoren verlässt und dieser leitet die Perilymphe aus der Gehörkapsel gegen die Peripherie.

Ich will nun zunächst soviel als möglich gesondert den *ductus endolymphaticus* oder die Vorhofswasserleitung durch die Wirbelthierreihe hindurch verfolgen und dann zu der complicirten Schneckenwasserleitung, den *canalis s. ductus perilymphaticus,* übergehen.

Der *ductus endolymphaticus,* oder der *aquaeductus vestibuli* ist also eine allen Wirbelthieren zukommende Bildung, die schon in der frühesten, embryonalen Periode nach Bildung des Gehörbläschens nachweisbar als *recessus labyrinthi* auftritt, der somit auch allen Wirbelthieren zukommen muss und von dem wir wissen, dass er eine blindgeschlossene Ausstülpung der Labyrinthbläschen gegen das *cavum cranii* hin darstellt. Sie fällt somit nicht, wie auch Böttcher für die Säugethiere richtig bemerkt, im späteren Leben der regressiven Metamorphose anheim, sondern bildet sich im Gegentheil bei den Vertebraten immer weiter fort und wächst aus. Ist nun die einfachste Form des Gehörorganes der Wirbelthiere, wie man das *a priori* anzunehmen geneigt ist, ein gleichsam auf embryonaler Stufe stehen gebliebenes, einfaches Bläschen, so

muss der *ductus endolymphaticus*, oder die Vorhofswasserleitung sich als ein blindgeschlossener, gegen die Schädelhöhle verlaufender Canal darstellen und wenn dieses Bläschen schon Andeutungen einer höheren Differenzirung zeigt, so muss es aus demjenigen Theile sich erheben, der gleichsam als Rest der ursprünglichen embryonalen Blase anzusehen ist und so verhält es sich in der That. Die Untersuchungen KETEL's haben uns gelehrt, dass bei *Myxine glutinosa* das Gehörorgan ein einfaches, ringförmiges Bläschen darstellt, an dem sich nur vorne und hinten die ersten Andeutungen von Ampullen als Ausbuchtungen differenziren und so sehen wir denn bei diesen Thieren in einfacher Form (Taf. XXIV, Fig. 16 *A*, Fig. 36) den *ductus endolymphaticus* unten und innen sich trichterförmig aus dem Grundtheil des ringförmigen Labyrinthbläschens, der die *macula acustica* trägt, erheben, wie das nicht anders zu erwarten und dieser Trichter geht in eine cylindrische Röhre über, die dann mit dem Gehörnerven nach oben innen verlaufend die Verschlussmembran der Gehörkapsel, die *dura mater*, durchbricht und am Boden der Schädelhöhle unter dem Gehirn, in dem Raume zwischen diesem und der *dura* verläuft, um hier zu einem keulenförmigen Bläschen angeschwollen, blindgeschlossen zu enden. Das Bläschen sowohl, wie die Röhre ist ausserordentlich zartwandig und ersteres ist von einem schönen Pflasterepithel bekleidet, zugleich aber, und das ist für das Folgende ausserordentlich interessant, mit Concrementen angefüllt. Leider war das mir zu Gebote stehende Material so ausserordentlich sparsam, dass es mir nicht gelang, über den zweiten Canal zur Klarheit zu kommen, auf den KETEL (Taf. XXIV, Fig. 36 *d''*) die Aufmerksamkeit gelenkt und die sich kurz vor der Durchbohrung der *dura* mit dem aus dem *vestibulum* kommenden vereinigt. Mir hat der Gedanke nahe gelegen, dass es sich um ein Gefäss handeln könnte und dass wir es somit mit einer einfachen, blindgeschlossenen Vorhofswasserleitung, dem embryonalen *recessus labyrinthi*, zu thun haben. Jedenfalls bedarf dieser Punct an der Hand eines reichlicheren Materials einer näheren Untersuchung und Aufklärung.

Bei den Neunaugen differenziren sich ja aus dem bläschenförmigen Gehörorgane entweder als einfache Ausbuchtungen, oder als durch Faltungen ursprünglich entstandene, selbständige Röhren (Bogengänge) sämmtliche Bestandtheile des Labyrinthes der höheren Vertebraten, Schnecke, *sacculus, utriculus*, die beiden verticalen Bogengänge mit den zugehörigen Ampullen und der Commissur. Nur der horizontale Bogengang fehlt und die Ampulle ist nur in der ersten Anlage nachweisbar. *Sacculus, cochlea* und *recessus utriculi* sind ja nur Ausbuchtungen der grossen Vestibularhöhle und was nun den *ductus endolymphaticus* betrifft, der aus dieser sich erheben muss, so hat bereits eine frühere Zeit einen

solchen angenommen. Breschet[1]) nennt die kleine Oeffnung, die bereits E. H. Weber[2]) oberhalb des *foramen* für den *nervus acusticus* an der Innenwand der Gehörkapsel gefunden, *aquaeductus vestibuli* ohne weiteres beizufügen, als dass sie mit dem gleichen Gebilde aller höheren Thiere übereinstimme, während Weber dieselbe zum Durchtritt für Gefässe dienen lässt. Ketel hat dann darauf aufmerksam gemacht, dass genau gegenüber der *apertura aquaeductus vestibuli* von Breschet, unter dem Schnabel der Commissur (Taf. XXIII, Fig. 7) eine Oeffnung sich findet, die bereits Owsjannikow[3]) (Taf. II, Fig. II) gezeichnet und dass diese in eine Röhre hineinführt, die sich durch die häutig faserige Hülle des Gehörorganes gegen die Apertur erstreckt. Bis in die Schädelhöhle vermochte er dieselbe nicht zu verfolgen, nahm aber keinen Anstand, sie für die Vorhofswasserleitung zu nehmen. Ausserdem entdeckte er aber auch eine zweite Röhre (Taf. XXIV, Fig. 23), die sich aus der Wand des Vorhofes und zwar aus dessen vorderer Zelle entwickelte, die schräg nach oben verlief und im *sulcus frontalis* befindlich mit einer keulenförmigen Verdickung endete. Diese zeigte an ihrem oberen Ende eine Oeffnung, da diese aber gerissene Ränder zeigte, so glaubte er an ein Kunstproduct. Im Uebrigen fanden sich kleine, kugelige Otolithenmassen darin. Diese Keule vermochte er nicht bis in die *apertura aquaeductus vestibuli* zu verfolgen. Somit existiren also nach seinen Befunden zwei Röhren, eine obere unmittelbar unter der Bogengangmündung, also der Commissur der höheren Thiere entsprechend und eine untere dem *vestibulum* angehörige, die ihre Mündung oberhalb der Oeffnung der Schneckenausbuchtung und des *recessus sacculi* besitzt.

Dieser Befund hatte mir nichts Auffallendes, da er bei *Myxine* den *ductus endolymphaticus* aus zwei Röhren bestehend fand, allein als ich weiterhin die Entwicklungsgeschichte und die übrigen Wirbelthiere zu Rathe zog und stets nur eine endolymphatische Röhre fand, erschien mir die Thatsache so räthselhaft, dass ich aufs Neue die Untersuchung aufnahm, um zur Klarheit zu kommen. Da stellte sich denn allerdings heraus, dass nur ein *ductus endolymphaticus*, oder *recessus labyrinthi* existirt, der sich auf dieselbe Weise, wie bei *Myxine* verhält und aus dem ursprünglichen Gehörbläschen, dem *vestibulum*, seinen Anfang nimmt. Es ist die Röhre (Taf. XXXV, Fig. 1 *e*), die schräg die Innenwand der vorderen Vestibularzelle oberhalb der vorhin erwähnten Ausbuchtungen der Schnecke und des Sackes durchsetzt und schräg nach oben und

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons. 1838.

2) De auditu animalium aquatilium. 1820.

3) Ueber das Gehörorgan des *Petromyzon fluviatilis*. Memoires de l'academie des sciences de Sct. Petersbourg. VII. Serie. Tome VIII.

vorne verlaufend nach kurzer Strecke (Taf. XXXV, Fig. 2) in eine birnförmige Anschwellung, einen *saccus endolymphaticus* übergeht, der nun nicht offen, sondern geschlossen in dem *sulcus frontalis*, dicht von der häutig faserigen Hülle des Gehörorganes umschlossen liegt und oben an die *apertura aquaeductus vestibuli* stösst, so dass sie sich also mit ihrem Ende an das *cavum cranii*, den epicerebralen Raum lagern kann. Innerhalb desselben befinden sich, wie KETEL richtig bemerkt, wiederum Kalkconcretionen. Was stellt denn nun aber die zweite Röhre, die KETEL gesehen, dar? Unmittelbar unter dem Zusammenstosse der beiden verticalen Bogengänge (Taf. XXXV, Fig. 1 *g*) findet sich an der Innenwand des Gehörorganes ein dreieckiges Feld, oder eine dreieckige Ausbuchtung, dessen nach unten gewandte Spitze an die *crista frontalis* resp. den *sulcus frontalis* (Taf. XXXV, Fig. 1, Fig. 2) anstösst und die man als Bogengangcommissur anzusehen hat. Im unteren Ende derselben (Taf. XXXV, Fig. 2 *d*) findet sich, wie auch OWSJANNIKOW es richtig zeichnet, eine mehr herzförmige, verhältnissmässig weite Oeffnung, allein diese führt nicht in eine gegen die Schädelhöhle verlaufende Röhre, sondern in einen halbkugelförmigen Blindsack (Taf. XXXV, Fig. 1 *c*), unter dem dann der keulenförmige Sack der Vorhofswasserleitung befindlich. Das, was KETEL getäuscht, ist ein aus der Schädelhöhle kommendes Gefäss, das die *apertura aquaeductus vestibuli* durchsetzt und an der Aushöhlung der Commissur sich verliert. Diesen kleinen Blindsack möchte ich als Homologon der Ausbuchtung, die sich bei vielen Teleostiern am oberen Ende der Commissur findet, ansehen. Somit hat jeder der älteren Autoren Recht, vor allen E. H. WEBER, wenn er die oberhalb des *foramen acusticum* gelegene, kleine Oeffnung als eine Gefässöffnung bezeichnet, und auf der anderen Seite BRESCHET, der sie freilich ohne soliden Grund *apertura aquaeductus vestibuli* nennt, denn sie dient ja gleichzeitig zum Durchtritt eines Gefässes und zur Aufnahme des Endes des *sacculus endolymphaticus* der Vorhofswasserleitung, die gerade dadurch, dass sie in einer von der Durchtrittsstelle des Gehörnerven nach oben gelegenen Oeffnung liegt, eine höhere Differenzirung gegenüber *Myxine* zeigt.

Was nun die Teleostier betrifft, so finden wir ja bei ihnen, dass die einzelnen Abtheilungen des häutigen Labyrinthes nicht länger wie bei den *Cyclostomen* zum überwiegenden Theile nur Ausbuchtungen des Gehörbläschens des Vestibularsäckchens sind, sondern dass dieselben, wenn sie auch mit einander communiciren, dennoch eine grosse Selbständigkeit besitzen, wie das ja immer mehr hervortritt, je höher wir in der Wirbelthierreihe emporsteigen. So sehen wir denn auch mit Bezug auf den *ductus endolymphaticus*, dass derselbe eine Weiterentwicklung erfährt, wofür das Verhalten von *Petromyzon* vor allem als Vorbild zu

dienen hat. Der Vestibularraum war hier im Wesentlichen einfach, wie zu einer frühern Periode der Entwicklung des Labyrinthbläschens überhaupt, bei den Fischen dagegen ist er in einen *utriculus* und einen *sacculus* mit Schnecke getrennt. Wir sahen nun, dass sich bei den Neunaugen die vestibulare Oeffnung der Vorhofswasserleitung oberhalb dieser beiden letzteren Abtheilungen, besser noch oberhalb ihrer *maculae acusticae*, die in den *recessus* lagen, fand, dagegen weit entfernt von dem *recessus utriculi* mit dessen *macula*. So ist es denn erklärlich, wenn wirklich eine Continuität der Entwicklung in der Thierreihe vorhanden, dass wenn *sacculus* und *utriculus* sich scheiden und selbständig werden, der *recessus labyrinthi*, der endolymphatische Canal in den Bereich des *sacculus*, der eine ausserordentliche Massenentwicklung gegenüber der Schnecke erfährt, fällt und so ist es in der That bei den Teleostiern, wo wir die Oeffnung des *ductus endolymphaticus* oberhalb der *macula sacculi*, wie bei *Petromyzon*, gelagert finden und zwar an der inneren Wand, wo sie auch bei den *Cyclostomen* auftrat. Aus dieser Oeffnung erhebt sich dann die ausserordentlich zarte Vorhofswasserleitung, steigt empor und endet blind mit einem *saccus endolymphaticus*. Eine *apertura aquaeductus vestibuli* wie bei *Petromyzon* kann sich ja nicht finden, weil bei den Teleostiern die feste knöcherne oder knorplige Innenwand des Gehäuses fehlt und durch die *dura mater* ersetzt wird. Wohl aber wissen wir, dass die *dura* an einzelnen Stellen, namentlich oben an der Commissur, Lücken zeigt, die den Ort der Einstülpung der *dura* in die Gehörkapsel, als Periost desselben anzeigen. Diese grosse, rundliche Oeffnung der *dura*-Wand, am oberen Ende der Commissur, unter den Knochen des Schädeldaches könnte man als *apertura aquaeductus vestibuli* bezeichnen, denn in der That begiebt sich durch diese das zu einem *saccus endolymphaticus* angeschwollene Ende der Vorhofswasserleitung, die, umgeben von dem ölhaltigen Gallertgewebe des *cavum perilymphaticum*, somit in das gleiche des *cavum cranii*, des epicerebralen Raumes hineinragt. Was ich nun hier von den Teleostiern beigebracht, steht in Widerspruch mit den Beobachtungen, die ich in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische niedergelegt und die darauf hinausgingen, dass diesen Thieren die Vorhofswasserleitung, der *recessus labyrinthi*, im erwachsenen Zustande fehle. Derselbe müsste somit der regressiven Metamorphose anheimgefallen sein und das liesse sich so erklären, dass der Zweck, dem dieses Gebilde dienstbar, in der Schädelhöhle befindliche Flüssigkeit in den endolymphatischen Raum zu befördern anderweitig Genüge geschehen, insofern überall die ungemein zarten Wandungen des häutigen Labyrinthes allseitig von einem Theile der Schädelhöhlenflüssigkeit umspült wurden. Ich fand noch bis in die neueste Zeit hinein keine Veranlassung bei den Knochenfischen aufs Neue Untersuchungen vorzuneh-

nehmen, bis mir durch die Güte des Verfassers die schöne Arbeit von G. Retzius[1]) zu Gesicht kam, die in den Resultaten so ausserordentlich gut mit den meinigen übereinstimmt und die, abgesehen von der später zu behandelnden, von ihm sogenannten *pars basilaris* mit Bezug auf die Morphologie des häutigen Gehörorganes darin von mir abweicht, dass er einen *ductus sacculi,* eine Vorhofswasserleitung, gefunden, deren Oeffnung sich vor und unter der Communicationsöffnung mit dem *utriculus,* an der Sackinnenwand befindlich. Dies rief mir einen früheren gelegentlichen Befund ins Gedächtniss zurück. Ich hatte einmal bei *Pleuronectes platessa* neben der Oeffnung der Verbindungsröhre mit dem *utriculus,* eine zweite gefunden, die ich aber damals (1870) für ein Kunstproduct hielt. Ich nahm nun, in der Hoffnung auch in diesem Puncte eine volle Uebereinstimmung mit den Anschauungen von Retzius herstellen zu können, die Untersuchungen wieder auf und aus dem Vorigen erhellt, bis zu welchem Grade das gelungen. Er bemerkt ganz richtig, dass der Canal anfänglich nach hinten geht und dicht der *dura* anliegt und ausserordentlich leicht mit dieser pigmentirten Membran abgerissen wird. Das ist auch wohl der Grund gewesen, warum ich denselben nicht früher gefunden. Nur das obere Ende ist ihm verborgen geblieben. Dass er mit Injectionen in den Sack nicht reussirt, mag wohl daran gelegen haben, dass die Vorhofswasserleitung anfänglich paralell der inneren Sackwand verläuft und nach oben zieht. Der Druck der Injectionsflüssigkeit wird dann äusserst leicht das *lumen* verlegen.

Ich habe jetzt nur noch der *Clupeiden* zu gedenken, bei denen sich ja wahrscheinlich ein etwas abweichendes Verhalten des *ductus endolymphaticus* findet, insofern die der beiden Seiten sich innerhalb der oberen Knorpelbrücke (Taf. XXVIII) mit einander vereinigen und somit eine Verbindung der beiden endolymphatischen Räume zu Stande bringen, ein Verhalten, das nicht überraschen kann, da wir ja schon bei den anderen Teleostiern sehen, dass die oberen Enden der Commissuren und somit auch die *sacculi endolymphatici* einander ausnehmend genähert sind.

Die Plagiostomen, von denen mir einige Exemplare von *Spinax acanthias* und *Raja torpedo* zur Untersuchung zugänglich waren, suchte ich, abgesehen von den morphologischen Verhältnissen des gesammten häutigen Labyrinthes, namentlich auch mit Bezug auf den *recessus labyrinthi,* den *ductus endolymphaticus* zu erforschen, den einige Autoren (Breschet) auch wohl als *canal du tube ascendent* bezeichnen. Dieser ist ja eben bei diesen Thieren dadurch so auffallend, dass er eine frei an der Körperoberfläche mündende Röhre darstellen soll, die in das Innere des Gehörorganes führt. Ich gestehe nun, dass ich gerade hier wegen unzu-

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm 1872.

reichenden Materials meiner Arbeit nicht den Abschluss geben konnte, den ich wünschte und dieser Mangel, der theilweise auf schlechter Conservirung der Präparate beruhte, ist mir nirgends so fühlbar gewesen. Ich bin nicht weit über die glänzenden Untersuchungen von Weber, denen sich die von Breschet anreihen, die dann beide wieder ihr Vorbild in Monro haben, hinausgekommen, allein immerhin glaube ich auf einige Puncte aufmerksam geworden zu sein, die einigermassen wichtige Winke für diejenigen sein können, denen die Untersuchung leichter möglich.

Sahen wir bei den Teleostiern die Aussackung des primitiven Gehörbläschens, die nicht, wie Gegenbaur es in seiner vergleichenden Anatomie darstellt, als ein Rest der ursprünglichen Communication desselben mit der Körperoberfläche anzusehen ist, den *ductus endolymphaticus* aus einem bestimmten Theile des weiter differenzirten *vestibulum*, dem *sacculus* entstehen und an der Innenwand der Commissur der Bogengänge dicht der *dura*, also dem Perioste des Schädelraumes angelagert, gegen die Knochen der Schädeloberfläche sich empor erstrecken und blindgeschlossen im epicerebralen Raume enden, so lässt sich voraussetzen, dass das auch mit den höherstehenden Plagiostomen, wie überhaupt bei den höheren Wirbelthieren der Fall und so ist es in der That wenigstens bei *Spinax acanthias*. Der *ductus endolymphaticus* erhebt sich (Tafel zum Supplemente, Fig. 10 *d e*) aus dem oberen Theile der Sackinnenwand als eine dünnwandige, cylindrische Röhre mit weiter Mündung, läuft dann ein wenig mehr nach vorne gewandt an der Innenwand der Commissur der Bogengänge, innerhalb der knorpligen Labyrinthkapsel, derselben anliegend, empor, dicht umhüllt von dem an der Innenwand des Gehäuses ausserordentlich derben Perioste und tritt dann am oberen Ende der Commissur (Taf. XXXV, Fig. 3 *c*), das Periost röhrenartig mit sich herausstülpend, durch eine Oeffnung an der Grenze der Labyrinthkapsel und des Schädeldaches und schwillt unter dem Integumente sackartig (*saccus endolymphaticus*) an. Dieser Sack ist dann dem der anderen Seite ausserordentlich genähert und wie bei den *Cyclostomen* mit Kalkkonkretionen erfüllt. Diese, welche wie die Otolithen gestaltet sind, können sich auch im Canale finden. Das mit dem *aquaeductus* ausgestülpte Periost endet nun aber nicht als blindgeschlossener Sack, sondern öffnet sich mittelst feiner Oeffnungen im Integumente an der Kopfoberfläche. So die Verhältnisse bei *Spinax acanthias*, dessen Gehörorgan in seinen morphologischen Verhältnissen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem der Teleostier zeigt.

Anders dagegen stellt sich das Verhältniss bei *Raja torpedo* (Tafel zum Supplemente, Fig. 11, 12), dessen Labyrinth wesentliche Differenzen darbietet, wie ich später weiter ausführen werde, namentlich inso-

fern als eine eigentliche Bogengangcommissur durch die verticalen Bogengänge hervorgerufen fehlt und der frontale Bogengang in den *sacculus* mündet und insofern *utriculus* und *sacculus* sich ganz anders von einander abschnüren, als es bei den übrigen Fischen der Fall. Bei ihnen sehen wir den *aquaeductus*, wie ich das bei Ibsen von *Raja batis* zum ersten Male correct angegeben und gezeichnet finde, nicht blos aus dem oberen Theile der Sackinnenwand, sondern auch mittelst einer feinen Röhre aus dem oberen Theile der Innenwand des *recessus utriculi* sich erheben. Beide Röhren vereinigen sich dann zu einer gemeinsamen, die senkrecht an der Innenseite des Analogon der Commissur, vom Perioste umgeben, aufsteigt, die Knorpelkapsel auf dieselbe Weise wie bei *Spinax* durchbricht, das Periost röhrenförmig mit auszieht, um als blindgeschlossener Sack zu enden, während die periostale Röhre sich wiederum an der Kopfoberfläche öffnet.

Vergleichen wir nun dieses Verhalten der Vorhofswasserleitung, des *ductus endolymphaticus* der Plagiostomen mit dem der Teleostier, so verliert sich das Räthselhafte dieser Bildung, das dieselbe dann darbietet, wenn man nur den innerhalb der Schädelhöhle befindlichen, endolymphatischen Canal, sei es der *Cyclostomen*, sei es der übrigen Wirbelthiere, in Betracht zieht und somit ist die Entdeckung Retzius' des *ductus endolymphaticus* der Teleostier eine glänzende und weittragende. Wir sehen bei diesen Thieren das blindgeschlossene Ende den Knochen des Schädeldaches und dem Perioste derselben, der medianen Grenze der oberen Wand der knöchernen Gehörkapsel anliegen und zugleich dem der anderen Seite ausserordentlich genähert. Im embryonalen Zustande wird sich das nun wohl noch deutlicher zeigen. Der *recessus labyrinthi* wird sich, nachdem derselbe ausgewachsen, dem der anderen Seite nahe, mit seinem erweiterten Ende unmittelbar an das Dach des häutigen Primordialkranium legen. Denkt man sich nun denselben, die spätere Vorhofswasserleitung weiter ausgewachsen, so wird das erweiterte Ende, der *saccus endolymphaticus*, wenn die Verknorpelung oder die Bildung von Belegknochen am häutigen Primordialkranium noch nicht vor sich gegangen ist, sich über das Niveau der benachbarten Theile erheben und in innigere Beziehungen zum Integumente treten. Tritt dann, wie bei den Plagiostomen, ringsum die Verknorpelung am Schädeldache ein, so wird sich in demselben und zwar an der medianen Grenze der Gehörkapsel eine Oeffnung finden, durch die sich der *ductus endolymphaticus* mit seiner emporgetriebenen Hülle, die dem häutigen Primordialkranium entstammte und im erwachsenen Zustande dem Perioste der Schädelbinnenräume gleichwerthig ist, unter das Integument begiebt, durch das hindurch sich dann nachträglich die periostale Umhüllung an der Schädeloberfläche öffnen kann. So findet, meine ich, auf die einfachste Weise

die Durchbohrung des Schädeldaches und die Lagerung des *ductus* und seiner Umhüllung unter das Integument seine Erklärung in dem Wachsthume des *recessus*, das bei den Plagiostomen grösser, als bei den Teleostiern ist, bei denen dasselbe nur bis an die Innenfläche des Schädeldaches reichte, dann aber zu wachsen aufhörte, so dass die Belegknochen desselben den *ductus*, oder besser gesagt, sein Ende, den *saccus endolymphaticus* glatt überziehen.

So geschlossen in sich und abgerundet nun auch die vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Seite meiner Darstellung erscheint und so gut nun auch der *canal du tube ascendent* (Breschet), der *sinus auditorius* (Weber) mit dem *ductus endolymphaticus* der *Cyclostomen* und Teleostier in Einklang steht, so verhehle ich keineswegs, wie ich schon zu Anfang andeutete, dass die Schilderung meinen Beobachtungen vorangeeilt ist und nicht ganz im Einklange steht mit dem, was die älteren, ausgezeichneten Beobachter, Weber und Breschet, die in ihren Schilderungen im Wesentlichen übereinstimmen, kennen gelehrt. Der *sinus auditorius* mit dem *canalis* (Weber) ist der *canal du tube ascendent* nach Breschet und zwar schildert Weber, dem ich als dem ersten genauen Darsteller folgen will, den *sinus auditorius* als einen zwischen der *cutis* und der Oberfläche des *cranium* gelagerten, membranösen, ovalen Sack mit dicken Wänden, der durch eine Einschnürung in zwei Hälften getheilt wird und einerseits nach unten in den Canal, andererseits nach oben in drei Canäle übergeht, die sich an der Oberfläche des Kopfes öffnen. Bei *Raja torpedo* findet sich nur ein Canal und dem entsprechend eine Oeffnung. In den *sinus auditorius* gemachte Injectionen füllen den Canal und weiter das *vestibulum*. Es findet also nach ihm sowohl, wie nach Breschet eine freie Communication zwischen dem Inneren des Labyrinthes und der Oberfläche des Kopfes statt, während nach meiner Darstellung allerdings eine freie Communication mit der Kopfoberfläche, aber nicht zwischen derselben und dem *cavum endolymphaticum*, sondern zwischen ihr und dem perilymphatischen Raume vorhanden ist, insofern das Periost, das denselben abschliesst, röhrenartig, mit dem blindgeschlossenen *aquaeductus* nach oben unter die Kopfhaut geht und sich dann durch diese hindurch öffnet. Nach mir besteht also der *recessus labyrinthi*, oder der *canal du tube ascendent* aus zwei Theilen, einer an der Oberfläche des Kopfes sich öffnenden, röhrenförmigen Fortsetzung des Periostes der Gehörkapsel und einer darin gelagerten, blindgeschlossenen, zarten Röhre, den *ductus endolymphaticus*, dessen obere, unter dem Integumente gelagerte, sackartige Anschwellung *(saccus endolymphaticus)* eine Ausweitung der periostalen Röhre bedingt. Meine eigenen Beobachtungen für die Richtigkeit dieser Auffassung bestehen darin, dass ich den *canal du tube ascendent* im Sinne von Breschet und

WEBER in der That aus zwei Theilen bestehend finde und zwar aus einer äusseren, dickwandigen Membran, die glänzend weiss, an der Innenfläche der Commissur und dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus*, respective des *utriculus* gelagert, mit diesen so innig verbunden erscheint, dass eine vollständige Lösung von denselben mir niemals ohne Zerreissung der Sackmembran gelungen und diese, die nun nach oben hin röhrenartig durch die Oeffnung an der Schädeloberfläche tritt, umschliesst eine zarte, die Sackinnenwand direct fortsetzende Membran, die die derbe, äussere auskleidet. Das, was mir aber nicht zu sehen gelungen ist, ist das Ende derselben und ich habe eben nur aus vergleichend anatomischen Gründen angenommen, dass sie blindgeschlossen, sackartig die Concretionen umhüllt. Ist nun der *canal du tube ascendent* im Sinne von WEBER und BRESCHET der *recessus labyrinthi*, oder der *aquaeductus vestibuli*, der endolymphatische Canal, so kann derselbe begreiflicherweise nicht aus zwei in einander geschachtelten Röhren bestehen, sondern muss, wie bei allen übrigen Wirbelthieren, nur aus einer einzigen Membran zusammengesetzt sein. Das ist nun aber auch nach ihnen nicht der Fall und das spricht nebenbei auch für die Richtigkeit meiner Auffassung. BRESCHET erwähnt in Uebereinstimmung mit meiner Beobachtung ausdrücklich, dass die Wandung des Canales aus einem festen *textus cellulosus* bestehe, dessen Inneres von einer ausserordentlich feinen, schleimhautartigen Membran ausgekleidet ist und wenn auch WEBER darüber nichts bemerkt, so sind mir doch im Verlaufe seiner Schilderung Beobachtungen aufgefallen, die sehr dafür sprechen. Gleich im Anfange (S. 93) sagt er bei der Schilderung des *sinus auditorius*: »Inter aperturas enim (Schädelöffnungen des *ductus*) et cutim externam duo sacci membranacei sibi maxime vicini, aut ut in Raja torpedine parte interna invicem adeo concreti collocati sunt, quorum quisque sinum includit, qui canale per fenestram ovalem descendente in vestibulum membranaceum sui lateris patefactus est« und weiterhin beschreibt er dann diesen *sinus* als einen membranösen Sack. Diese Schilderung hat denn auch RATHKE[1]) verleitet anzunehmen, dass WEBER bei den Plagiostomen einen eben solchen Anhang des häutigen Vorhofes gefunden, wie er bei den Nattern und Eidechsen, den er als einen häutigen, lang ausgezogenen und keulenförmigen Sack darstellt, der mit einem kalkhaltigen Brei gefüllt ist und der mit seinem dickeren, abgestumpften Ende die Hautbedeckung der Hörkapsel erreicht. Diesen Sack fasst er als blindgeschlossen auf, da er gleich nachher erwähnt, dass sich über demselben in der Haut ein Löchelchen befindet, ohne hinzuzufügen, dass dieses in den Sack hineinführt. Ferner

1) Entwicklungsgeschichte der Natter (S. 143).

ist noch eine Beobachtung von Weber für meine Auffassung von Wichtigkeit. Führte die Oeffnung in der Haut des Hinterhauptes durch den *sinus auditorius* und den Canal in das *vestibulum*, so müsste es mittelst Injectionen in dieselbe gelingen, den Vorhof zu füllen. Er erwähnt nun aber ausdrücklich von *Raja torpedo*, dass es mit Quecksilber nicht gelungen, durch die Oeffnung den *sinus auditorius* zu injiciren und das ist erklärlich, wenn die Oeffnung nur in die periostale Röhre hineinführt, in deren oberem Ende blindgeschlossen der *aquaeductus vestibuli* endet.

Was dann nun schliesslich die Oeffnung betrifft, die in dem Schädeldache befindlich, der Vorhofswasserleitung und ihrer periostalen Umhüllung zum Durchtritte dient, so ist dieselbe das Homologon der *apertura aquaeductus vestibuli* des *Petromyzon* und wenn man will, auch der Teleostier. Jener besitzt ja wenigstens zum Theile eine an der Innenwand geschlossene Gehörkapsel, die den Knochenfischen vollständig abgeht, bei denen die *apertura* sich nur als Lücke in der *dura* am oberen Ende der Commissur darstellte, aber dadurch interessant war, weil sie sich an der Grenze der oberen Fläche der Gehörkapsel und des Schädeldaches fand, wie wir es ja auch bei den *Plagiostomen* sehen. Gerade dieser Umstand beweist dann, dass die Oeffnung nicht, wie Weber will, ein *foramen ovale* ist, sondern eben die *apertura aquaeductus vestibuli*. Von dem *foramen ovale*, das zum ersten Male bei den *Clupeiden* auftritt, wissen wir, dass es ganz constant im Bereiche des *sacculus* an der Aussenwand der Labyrinthkapsel, nicht aber an deren Oberfläche sich findet.

Haben wir nun so bei sämmtlichen Fischen, und es ist nicht anzunehmen, dass die *Ganoiden* eine Ausnahme bilden sollten, den *ductus endolymphaticus* gefunden und in seinen besonderen Modificationen verfolgt, so wenden wir uns jetzt zur Schilderung des gleichen Gebildes bei den Amphibien. Ich will dabei gleich vorausschicken, dass es unrichtig, wenn, wie ich aus Henle's Jahresbericht ersehe, Clason bei den Amphibien das Vorhandensein eines *aquaeductus vestibuli* läugnet. Er ist, wie ich das schon in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische vermuthet, bei sämmtlichen und zwar in einer ausserordentlich wunderbaren und interessanten Entwicklung vorhanden, die ein klares Licht auf die Verhältnisse desselben Gebildes bei den höheren Thierclassen wirft. Ich habe von den *Perennibranchiaten, Siredon pisciformis*, von den *Salamandrinae*, *Triton cristatus* und *Salamandra maculata*, von den *Batrachiern*, *Rana temporaria* und *edulis* zu untersuchen Gelegenheit gehabt.

Die ersten ausführlichen Angaben über das hier zu beschreibende Gebilde von *Siredon pisciformis* finde ich in der grossen Arbeit von

Calori: »Sulla anatomia dell' Axolotl«[1]. Er macht auf eine zwischen den *bullae auditoriae* befindliche, enorme Kalkmasse aufmerksam, deren Gestalt er mit der *glandula thyreoidea* der Menschen vergleicht und die von einer mit Pigment und zarten Gefässen versehenen, feinen Membran umhüllt wird. Sie erstreckt sich nach hinten von den *lobi optici* über die *corpora quadrigemina*, über fast die ganze *medulla oblongata*, über den *quintus*, den *acusticus* im *meatus auditorius internus* bis zum Willis'-schen Nerven und erscheint auf ihrer Oberfläche ein wenig convex, in der Mitte ihrer Unterfläche ein wenig concav. Diese Kalkmasse lässt sich ohne Verletzung des Gehirnes abheben. Sie besteht aus einer Anzahl von Crystallen von kohlensaurem Kalk. Zuerst in der Meinung, man habe dieselbe als eine enorm entwickelte *glandula pinealis* anzusehen, ist er davon abgekommen, da er entdeckte, dass kein Zusammenhang mit dem Gehirne vorhanden und bringt diese Masse, da er die Kalkkrystallchen mit den Otolithen identisch fand, in Verbindung mit dem Gehörorgane. Er stellt die Vermuthung auf, dass, da sich die Masse zwischen den beiden *meati auditorii* ausdehne, man es mit einem Resonanzapparate zu thun habe.

Diese Vermuthung nun, dass diese von ihm beschriebene, in der Schädelhöhle gelegene Kalkmasse zu dem häutigen Gehörorgane Beziehungen habe, bestätigt sich in der That bei näherer Untersuchung, wenn auch in anderer Weise. Sie ist nämlich der mit dem der anderen Seite verschmolzene, ungeheuer ausgedehnte *saccus endolymphaticus*, der also somit, ähnlich wie ich es von den *Clupeiden* erwähnt, eine Verbindung der *cava endolymphatica* der beiden Gehörorgane zu Wege bringt. Sie stellt also das Ende der beiderseitigen *ductus endolymphatici* oder der *recessus labyrinthorum*, der Vorhofswasserleitungen dar, die ganz dieselben Beziehungen zu den *vestibula*, wie bei den Teleostiern und den Haien zeigen.

Ich habe bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan von *Siredon pisciformis* erwähnt, dass in dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus* gerade wie bei den Knochenfischen, nach unten von der ovalen Communication mit dem *utriculus* (Taf. XXIX, Fig. 7 *l*) und ein wenig nach vorne von derselben eine zweite Oeffnung (Taf. XXIX, Fig. 7 *i*) sich findet, die in eine zarte, membranöse, mit Pflasterepithel ausgekleidete, cylindrische Röhre (Taf. XXIX, Fig. 6 *i*) übergeht, welche sich um das hintere Ende des *utriculus* nach oben schlägt, an der Vorderseite der Commissur wie bei den Plagiostomen in die Höhe steigt und dann durch die an der Innenwand der Gehörkapsel wie bei *Petromyzon*, ober-

1) Memorie dell' Academia delle scienze dell' istituto de Bologna. Tomo III. Fasc. 3.

halb des *porus acusticus*, aber wie bei den Teleostiern und Plagiostomen höher gelagerte *apertura aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle (Taf. XXIX, Fig. 8 *l*) tritt. Während dieses Verlaufes an der Vorderseite der Commissur, an der Innenwand der knöchernen Gehörkapsel liegt diese Röhre des *ductus endolymphaticus* dicht dem pigmentirten Perioste an und kann nur bei grosser Sorgfalt von demselben befreit werden und dieses verlässt ihn erst bei seinem Eintritte in die Apertur, an deren Rändern dasselbe, wie bei den Teleostiern und *Cyclostomen*, mit der *dura* der Schädelhöhle verschmilzt. Es tritt dann also der *ductus endolymphaticus* frei in die Schädelhöhle, in den Raum zwischen *dura* und der eigentlichen Gehirnhülle und breitet sich nun zu einem colossalen Sacke aus, der mit dem der anderen Seite verschmilzt (Taf. XXIX, Fig. 8 *a*) und sich in denselben öffnet. Dieser zu einem verschmolzene Doppelsack, der *saccus endolymphaticus*, ruht oberhalb des Gehirnes, unter den von der *dura* überzogenen Knochen des Schädeldaches, namentlich den *parietalia* und zeigt somit ein Verhalten, wie bei den Knochenfischen, nur mit dem Unterschiede, dass die Säcke nicht getrennt und mit der Differenz gegenüber den Plagiostomen, dass dieselben nicht in die Höhe gewachsen, ausserhalb des knorpligen Schädeldaches, sondern in die Breite gedehnt, innerhalb des *cavum cranii* zu liegen kommen. Es findet sich also mehr eine Weiterbildung der Verhältnisse bei den Teleostiern, wie wir das auch bereits an anderen Organen (Gehörorgan, Wirbelsäule) haben kennen gelernt. Liegt nun der Grund dieser Lagerung in der Schädelhöhle, in der geringeren Entwicklung, die der *recessus labyrinthi*, der *ductus endolymphaticus* des Axolotl gegenüber dem der Plagiostomen erfährt? Ich glaube nicht; im Gegentheil sehen wir dieses Gebilde noch weiter ausgewachsen, allein der Grund, dass sich der *ductus* nicht über das Niveau der Schädeloberfläche erhebt, mag wohl darin liegen, dass derselbe wegen der verhältnissmässig viel grösseren Breitenzunahme des Schädelraumes bei den *Perennibranchiaten* Platz gewinnt sich in die Breite auszudehnen, und dass sich ferner vielleicht die Belegmassen des häutigen Primordialkranium früher bilden, als bei den Plagiostomen. So sehen wir denn, dass der scheinbare Rückschritt, den *Siredon* macht, eigentlich einen Fortschritt über die Plagiostomen hinaus repräsentirt. Auf dieser Breitenzunahme beruht dann auch, meiner Ansicht nach, die Verschmelzung der beiden Säcke. An ganz jungen Axolotl sieht man die beiden noch als durch das Integument des Hinterhauptes, zu beiden Seiten des Gehirnes durchschimmernde, weisse, rundliche, getrennte Flecke. Die Beschreibung, die Calori von dem *saccus* gegeben, ist recht zutreffend. Derselbe dehnt sich mit seiner Innenfläche als *pars media* nicht blos über das Hintergehirn, sondern auch mit seinen *cornua anteriora* und *posteriora* flügel-

artig lateralwärts über die Seitenfläche des Gehirnes aus und zwar erstrecken jene sich bis an die *lobi optici* und nach abwärts gegen die Schädelbasis (Taf. XXIX, Fig. 5 *d*) zum *trigeminus*, diese nach hinten, an der Seite der *medulla oblongata* bis an die Gruppe des *vagus* und ziehen somit oberhalb des *facialis* und *acusticus*, wo wir die Einmündung der Röhre der Vorhofswasserleitung sehen (Taf. XXIX, Fig. 8 *l*). Es gelingt ausserordentlich schwer, den Zusammenhang zwischen dem Sacke und dem *ductus endolymphaticus* zu sehen und in der ganzen Ausdehnung zu präpariren, am ersten noch dann, wenn es gelingt, den Inhalt, der aus einer Anzahl von Otolithen besteht, hineinzutreiben, da dann der Canal als weisse Röhre erscheint. Die Kalkkrystallchen scheinen durch eine sparsame, gallertige Kittsubstanz verbunden zu sein. Das Verhalten des Pigmentes und der Gefässe hat Calori sehr richtig geschildert und sie geben der Sackmembran ein äusserst zierliches Aussehen. Diese zeigt im Uebrigen auf ihrer Innenseite ein einfaches Epithellager. Wie Calori ebenfalls richtig hervorhebt, lässt sich die Masse des Sackes leicht von dem Gehirne und der darüber weggelagerten Hülle, auf der er liegt, abheben, allein an einer Stelle, die auch der geehrte Forscher richtig andeutet (Tab. 22, Fig. 3 *Bn*), findet eine Verbindung der Gehirnhülle mit der Mitte der Unterfläche der *pars media* des *saccus* statt und bei näherer Untersuchung habe ich an dieser Stelle eine höchst zierliche Bildung getroffen (Taf. XXIX, Fig. 9 *b*), die mir ausserordentlich wichtig erscheint. Es öffnet sich nämlich hier durch eine Anzahl querer Spalten, die eine netzartige Zeichnung zu Wege bringen, der Raum des Sackes in den epicerebralen Raum, zwischen Gehirn und dessen Hülle (Taf. XXIX, Fig. 9 *d*) und es kommt somit bei diesen Thieren zum ersten Male eine offene Verbindung dieses mit dem Inneren des Vorhofes zu Stande, eine Communication, die uns von hohem Werthe sein wird, wenn wir zur Betrachtung der Verhältnisse des *ductus endolymphaticus* der Vögel und Säuger kommen.

Bei *Triton* sehen wir dann ebenfalls unterhalb und etwas nach vorne von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus* aus dem oberen Theile der Innenwand des Sackes den *ductus endolymphaticus* mit rundlicher Oeffnung sich erheben (Taf. zum Supplemente, Fig. 16 *de*) und dann an der Innenseite des Gehäuses dicht an das pigmentirte Periost gelagert, medianwärts vom hinteren Ende des *utriculus* und an der Vorderseite der Commissur nach aufwärts ziehen, um dann durch die oberhalb der Oeffnungen für den *acusticus* an der knöchernen Innenwand des Gehäuses befindliche *apertura aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle zwischen *dura* und Gehirnhülle zu treten und hier sich zu einem blindgeschlossenen Sacke zu erweitern. Dieser zeigt nun nicht dasselbe Verhalten, wie bei *Siredon*. Wir haben an den von mir untersuchten Exem-

plaren wohl denselben mit Kalkmassen, einem Otolithenbrei gefüllten *saccus endolymphaticus*, der sich, an dem lateralen Theile des Hintergehirnes befindlich, oberhalb desselben und unterhalb des Schädeldaches, der *parietalia* an den der anderen Seite anlegt, allein die beiden öffnen sich nicht in einander, wie ich in einem Falle deutlich gesehen, sondern jeder Sack ist für sich und communicirt auch nicht mit dem epicerebralen Raume, sondern liegt demselben nur auf. Man hat sich dabei wohl zu hüten, denselben mit dem oberhalb der Rautengrube gelegenen *plexus choroideus*, dessen vergleichende Anatomie ich bei einer anderen Gelegenheit schildern werde, zu verwechseln, was um so leichter, weil dieser auf den ersten Blick viele Aehnlichkeiten mit dem einfachen *recessus endolymphaticus* des Axolotl besitzt. Ich habe ihn vor und lateralwärts von dem vorderen Ende des *plexus* gefunden.

Wiederum etwas anders, einerseits an *Siredon*, andererseits aber an die *Batrachier* sich anschliessend, ist das Verhalten bei *Salamandra maculata*. Die zartwandige Röhre der Vorhofswasserleitung (Taf. zum Supplemente, Fig. 18 *de*), des *recessus labyrinthi*, hat hier dieselben Beziehungen zum *sacculus* und den an der Innenwand desselben befindlichen Oeffnungen, wie beim *Axolotl* und *Triton* und eben so ist das Verhalten zum Perioste, zum *utriculus*, zur Commissur und zur *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses das gleiche, allein in die Schädelhöhle, in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle, vor dem *plexus choroideus*, an der Seitenfläche des Hintergehirnes hineingetreten, entwickelt sich dieselbe zu einem mächtig ausgedehnten, mit weissen Otolithenkrystallmassen angefüllten Sack. Dieser dehnt sich nach Art der vorderen Hörner des Sackes bei *Siredon*, namentlich an den Seitenflächen des Gehirnes nach vorne hin aus und zwar einerseits bis an die hintere Grenze des Vordergehirnes, andererseits gegen die *basis cranii* abwärts bis vor den *quintus*. Ja er erstreckt sich sogar unter das Mittelgehirn bis nahe an die *hypophysis*. Die Kalkmassen scheinen in Läppchen vertheilt zu sein, was namentlich deutlich an den Rändern hervortritt und wohl nur durch Faltungen der Sackmembran hervorgerufen wird, in die sich reichlich Gefässe hineinlegen. Ausserdem sehen wir auch entsprechend der *pars media* des *saccus* bei *Siredon* einen Fortsatz desselben hinter dem Mittelgehirne, über das Hintergehirn sich erstrecken, den ich bei einigen Thieren mit dem der anderen Seite habe zusammenfliessen sehen, bei anderen dagegen habe ich eine solche Vereinigung vermisst. Jedenfalls ist die Communication der beiden Säcke mit einander eine viel weniger ausgiebige als beim *Axolotl*. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume habe ich nicht gefunden, wohl aber sehen wir nach partieller Zerstörung der Sackmembran, die ausserordentlich leicht möglich, die Kalkkrystalle herausfliessen. Ihr Bindemittel ist

also entweder gar nicht oder nur sehr sparsam vorhanden. Auch bei diesen Thieren ist es ausserordentlich schwer, sich von dem Zusammenhange des kalkgefüllten Sackes mit dem *vestibulum* zu überzeugen und es gelingt dann am besten, wenn die zarte Röhre des *aquaeductus* mit Otolithenmassen gefüllt ist.

Bei den Batrachiern, bei denen ich seiner Zeit wohl eine *apertura aquaeductus vestibuli*, aber keinen *ductus endolymphaticus* fand, obgleich ich die Vermuthung aussprach, dass, trotzdem ich nicht einmal im Bereiche des häutigen Gehörorganes eine Oeffnung gefunden, die derselben entsprechen konnte, ein solcher vorhanden. In der That findet sich ein solcher leicht, wenn man nur über den gesetzmässigen Ursprung desselben im Klaren und bei der Revision meiner alten, besser conservirten Präparate ist es mir in allen Fällen gelungen, dessen Existenz darzuthun. Freilich wird er von einem in den vergleichend anatomischen Verhältnissen desselben unbewanderten Auge leicht übersehen, weil er an seiner Innenseite von dem stark pigmentirten Perioste dicht überlagert ist und weil derselbe sehr zartwandig. Selbst dem so genauen Ibsen, der, wie Clason, bei allen anderen Thieren den *ductus* gefunden, ist derselbe entgangen.

Seine vestibulare Oeffnung (Taf. XXXV, Fig. 4 *c*), die auch hier wieder wie bei allen Amphibien und den allermeisten Fischen im Bereiche des oberen Theiles der Innenwand des *sacculus* sich findet, ist durchaus nicht leicht nachzuweisen, verhält sich aber auf dieselbe Weise, wie bei den anderen Amphibien. Sie liegt nämlich unterhalb und nach vorne von der weiten, spaltförmigen Oeffnung (Taf. XXXV, Fig. 4 *b*), die in den *utriculus* hineinführt, nur durch eine dünne Substanzbrücke der Sackwandung von ihr getrennt und deswegen schwer auffindbar, weil die rundliche Oeffnung der vorderen Seitenwand des Sackes nahe anliegt und dann nicht auswärts, sondern schräg nach abwärts sieht und somit bei Betrachtung der Sackinnenwand von der Fläche sehr in der Verkürzung sichtbar wird. Sie führt in eine mit einem einfachen Pflasterepithel bekleidete, dünnwandige Röhre (Taf. XXXV, Fig. 4 *a*), die sich um den *utriculus* nach oben hinten schlägt, also schräger wie bei den übrigen Amphibien verläuft, um dann erst an der Innenwand des hinteren Endes des *utriculus* und vor der Commissur zur *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses emporzusteigen und frei in die Schädelhöhle (Taf. XXXV, Fig. 5 *b*), zwischen *dura* und Gehirnhülle, seitwärts vom Hintergehirne ragend, einen mächtig entwickelten Sack zu bilden, der stärker entwickelt erscheint, wie wir ihn bei sämmtlichen Thieren bisher kennen gelernt. Sein oberer Theil (Taf. XXXV, Fig. 5 *b*) dehnt sich wie bei allen Amphibien weit unter das Schädeldach und dessen *dura*-Bekleidung aus, so dass die *parietalia* sorgfältig abgehoben

werden müssen, um den Sack nicht zu verletzen. Ich habe gefunden, dass der unter dem Schädeldache gelegene Theil des Sackes, der der *pars media* von *Siredon* entspricht, an den verschiedenen Individuen grossen Wechseln unterworfen ist. Bald ist derselbe wie bei *Salamandra* auf einen schmalen Fortsatz beschränkt, der sich mit dem der anderen Seite verbinden kann, oder auch getrennt von demselben existirt, bald ist derselbe, wenn auch nicht völlig, so ausgedehnt wie bei dem Axolotl und mit dem der anderen Seite communicirend. Dagegen finde ich die Ausdehnung an den Seitenflächen des Gehirnes ziemlich constant. Wie bei *Siredon* und *Salamandra* erstreckt sich der Sack nach vorne bis zum Vordergehirne und abwärts gegen die Gehirnbasis, oberhalb des *acusticus*, bis vor den *trigeminus*, allein damit nicht genug, so finden wir den auch hier ein gelapptes Aussehen darbietenden *saccus endolymphaticus* bogenförmig über die Schädelbasis, unter die Gehirnbasis, hinter die *hypophysis* (Taf. XXXV, Fig. 6 *b*) wegziehen und sich mit dem der anderen Seite verbinden. Somit greift derselbe von beiden Seiten her, oben und unten ringförmig um das Gehirn und bildet eine ringförmige Verbindung der beiden Labyrinthe. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume, zwischen Gehirn und dessen Hülle habe ich auch hier nicht gefunden.

Mit den *Batrachiern* hat nun, wie ich finde, der *saccus endolymphaticus* in der Thierreihe das Maximum seiner Entwicklung erreicht und wenn auch der *ductus endolymphaticus*, der *recessus labyrinthi*, die Vorhofswasserleitung *in toto* nichts weniger als eine regressive Metamorphose bei den höheren Wirbelthieren erfährt, so sehen wir doch niemals den *saccus* eine solche excessive Ausdehnung gewinnen und mit dem der anderen Seite communiciren. Es findet sich von nun an mehr eine Fortbildung der Verhältnisse bei den *Plagiostomen*. Von jetzt an besteht, wenn es überhaupt zur Bildung eines *saccus* kommt, jeder für sich. Jedes *vestibulum* ist also von dem anderen vollkommen getrennt, ein Verhältniss, das in der Classe der Knochenfische und Amphibien Wechseln unterworfen ist, insofern bei den *Clupeiden* eine Verbindung durch den *aquaeductus vestibuli*, bei den *Cyprinoiden* durch die *commissura inferior*, den *sinus impar* zu Stande kommt und insofern unter den Amphibien *Siredon* immer, *Salamandra* und *Rana* häufig eine Aquäductverbindung zeigen.

Wenden wir uns jetzt zu der Classe der Reptilien und zwar zuerst zu der am niedrigsten stehenden Form, den Schlangen, so ist es Rathke's grosses Verdienst, zuerst auf den *ductus endolymphaticus* und dessen Beziehungen zum *canal du tube ascendent*, dem *sinus* und *canalis auditorius* der Plagiostomen aufmerksam gemacht zu haben, den er dann zugleich bei den Eidechsen und *Emys europea* nachwies, während es ihm nicht gelang, denselben bei *Chelonia midas* zu entdecken. Ibsen war es vorbehalten, sowohl bei *Python*, als bei *Chelonia midas* und *Crocodilus* deut-

liche Abbildungen wenigstens des Ursprungstheiles des *aquaeductus vestibuli* zu geben und nach ihm haben CLASON und LEYDIG[1]), ersterer bei Eidechsen, letzterer bei Eidechsen und *Anguis fragilis* demselben eingehendere Studien gewidmet. Ich selbst habe ausser *Coluber natrix, Anguis fragilis*, *Lacerta viridis* und *fragilis,* sowohl *Chelonia midas*, als *Testudo graeca* und *Crocodilus* untersucht, so dass im Zusammenhalte mit den Beobachtungen von IBSEN, RATHKE, LEYDIG, CLASON keine Wirbelthierclasse mit Bezug auf die Untersuchung der Vorhofswasserleitung ausgiebiger studirt sein möchte, als die der Reptilien. Ich freue mich, dass keines meiner Resultate mit denen meiner Vorgänger in directem Widerspruche steht und nur in wenigen Beziehungen Erweiterungen derselben sind.

Ich beginne mit den Schlangen. In meiner Arbeit über das Gehörorgan von *Coluber natrix* habe ich bereits einer im Niveau des unteren Randes des hinteren Endes des *utriculus,* an der Innenwand des *sacculus,* eben unterhalb und etwas nach vorne von der Communication der beiden Theile auch bei diesen Thieren rundlichen Oeffnung (Taf. XXX, Fig. 16 *d*) Erwähnung gethan, die in eine mit einem einfachen Pflasterepithel bekleidete Röhre führt (Taf. XXX, Fig. 12 *c*), die ebenfalls dem Perioste der Innenwand der Gehörkapsel dicht anliegend, medianwärts vom hinteren Ende des *utriculus,* an der Vorderseite des unteren Theiles der Bogengangcommissur nach oben zur *apertura aquaeductus vestibuli* zieht. Es ist der *ductus endolymphaticus*, der zur Seite des Hintergehirnes in die Schädelhöhle tritt. Er verläuft dann in der *dura*-Bekleidung der Seitenwand des Schädels, der Innenwand der Gehörkapsel, an dem Wulste, der die Lage der Bogengangcommissur (Taf. XXX, Fig. 7 *i*) anzeigt, gegen das Schädeldach empor und schwillt hier (Taf. XXX, Fig. 3 *b*) zu einem birnförmigen, kleinen Säckchen *(saccus endolymphaticus)* an, das unmittelbar unter der Naht zwischen *parietale* und *occipitale superius* gelagert, von der an dieser Stelle verdickten *dura* des Schädeldaches überzogen wird und dicht an das der anderen Seite anstösst, ohne sich jedoch in dasselbe zu öffnen und ohne mit dem *cavum epicerebrale* zu communiciren. Die beiden, den kleinen Zwischenraum zwischen den oberen Enden der Commissuren der Gehörkapseln ausfüllenden Bläschen sind nun, wie ich sicher behaupten zu können glaube, im erwachsenen Zustande niemals mit Kalkkrystallen, sondern stets mit Flüssigkeit gefüllt und legen sich oft in Vertiefungen der Schädeldachknochen, ein Verhältniss, das für die Beziehungen des *saccus endolymphaticus* zum Schädeldach bei den Plagiostomen und *vice versa* von Wichtigkeit. Im embryonalen Zustande dagegen sind sie, wie auch RATHKE hervorhebt, dicht mit Otolithenbrei angefüllt, der sich durch

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.

den ganzen Canal bis in das *vestibulum* treiben lässt und dann sieht man schon bei oberflächlicher Betrachtung, gerade wie bei *Siredon*, die Säcke durch das Integument des Hinterhauptes durchschimmern.

Gerade so verhält es sich, wie nach EMMERT und HOCHSTETTER, RATHKE, CLASON und LEYDIG gefunden, mit den Eidechsen (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*) und ich wüsste der Schilderung, die CLASON von dem *ductus endolymphaticus*, dem *aquaeductus vestibuli* gegeben, nicht viel hinzuzusetzen. Nur auf einige, in vergleichend anatomischer Beziehung wichtige Umstände möchte ich die Aufmerksamkeit lenken. In Folge der ungeheuren Entwicklung des *sacculus* nach oben, und dasselbe, was für die Eidechsen gilt, gilt auch für *Anguis fragilis*, die den *Lacerten* näher, als den Schlangen steht, finden wir (Taf. XVII, Fig. 20 *F''*) die vestibulare Oeffnung des *ductus* nicht länger nach unten und etwas nach vorne von der Communication mit dem *utriculus* gelagert, sondern im Gegentheil oben vorne, und infolge dessen bildet der *ductus* (Taf. XXXVI, Fig. 8 *g*) eine bedeutende Schlinge um das hintere Ende des *utriculus*, um dann wie bei den übrigen Thieren an der Vorderseite des unteren Endes der Commissur gegen die *apertura aquaeductus vestibuli* der Gehörkapsel aufzusteigen und gegen die Schädelhöhle zu treten. Allein wie schon CLASON nachgewiesen und dasselbe ist, wie ich gefunden, mit *Anguis fragilis* und den Schlangen der Fall, tritt der *aquaeductus vestibuli*, nachdem er die *apertura* der Gehörkapsel verlassen, nicht wie bei den Amphibien, frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle, sondern verläuft zuerst, von einer periostalen Hülle umgeben, an der Schädelseitenwand, an dem Wulste, den die Commissur erzeugt, nach vorne oben, und erst nach Bildung seines *saccus endolymphaticus* (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*, Fig. 8 *e*) ragt er theilweise in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle hinein. Dieses Verhalten ist im allerhöchsten Grade interessant und bekundet, wie ich bereits vorhin andeutete, die innigen Beziehungen, die zwischen dem *ductus endolymphaticus* der Plagiostomen und dem der Reptilien herrschen, Beziehungen, die inniger sind, als die zu dem gleichen Gebilde der Amphibien. Wir haben es als wahrscheinlich erkannt, dass der *ductus endolymphaticus* der Knorpelfische gänzlich von einer periostalen Hülle umgeben sei, die sackartig den *saccus endolymphaticus* umhüllend aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen sich an der Oberfläche des Kopfes öffnet. Bei den Amphibien sahen wir diese periostale Bekleidung wenn auch nicht vollkommen im Bereiche der Gehörkapsel entwickelt, gerade wie bei den Teleostiern und nachdem der *recessus labyrinthi* durch die *apertura aquaeductus vestibuli* getreten, verliert derselbe und sein Ende, der Sack, die periostale Bekleidung, oder besser gesagt, es verwandelt sich die periostale Bekleidung des Schädelhöhlenendes des *ductus* an der *aper-*

tura der Gehörkapsel in die *dura*-Bekleidung des *cavum cranii*. Bei den Reptilien sehen wir dagegen, und das hängt wohl wie bei den Plagiostomen mit der ausserordentlich schnellen Entwicklung des *recessus labyrinthi*, gegenüber der Ausbildung der knorpligen, respective knöchernen Gehörkapsel und der Knochen des Schädeldaches zusammen, den *ductus endolymphaticus* und dessen *saccus* bis zu dem Schädeldache empor eine *dura*, oder periostale Bekleidung wie bei den Plagiostomen, also in der ganzen Ausdehnung, bekommen und erst das Ende derselben steht freilich nicht gegen die freie Kopfoberfläche, sondern, da wohl die Metamorphose des häutigen Primordialkraniums schneller vor sich geht, wie bei den Knorpelfischen, unterhalb desselben, wie bei den Teleostiern und Amphibien, gegen den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle offen. Man denke sich der Einfachheit wegen, obgleich es nicht der Wirklichkeit entsprechen möchte, die Oeffnung der periostalen Hülle des *ductus*, die, wenn man will, den Ort der Einstülpung der *dura* zur periostalen Bekleidung des Binnenraumes der Ohrkapsel darstellt, statt an der *apertura aquaeductus vestibuli* der knöchernen Wand oben unter dem Schädeldache, von den Knochen desselben überwachsen, in den Schädelraum ragen und das Ende des *saccus endolymphaticus* in diese Oeffnung hineinragen und man hat ein Verhältniss wie bei den Schlangen, *Anguis fragilis* und, wie wir alsbald sehen werden, wie bei den Schildkröten. Was nun noch weiter den *saccus endolymphaticus* der *Lacerta* und *Anguis fragilis* betrifft, der, wie Clason hervorgehoben, kolbenförmig gestaltet ist (Taf. XXXVI, Fig. 7 *a*, Fig. 8 *e*) und dicht dem der anderen Seite, unter dem vorderen Ende des *occipitale superius* anlagert, grösstentheils also von der derben *dura* umhüllt und schwer aus derselben zu isoliren ist, so finden wir, wie schon Clason richtig vermuthet, dass er, wie bei den übrigen niedrigen Vertebraten, das blindgeschlossene Ende des *ductus* ohne Communication mit dem epicerebralen Raume repräsentirt. Ferner sehen wir ihn tiefer in die Knochen des Schädeldaches (Taf. XXXVI, Fig. 8) eingebettet, wie bei den Schlangen, die sogar zwischen die beiden Säcke eine scharfe Leiste abwärts senden und so dieselben theilweise vollständig trennen. Es ist in Folge dessen einigermassen schwierig, die beiden Säcke unverletzt zu isoliren. Ferner vermisse ich, wie bei den Schlangen, sowohl bei den erwachsenen Eidechsen, wie bei den Blindschleichen in dem mit einem einfachen Pflasterepithel ausgekleideten Sack und in dem *ductus* die im embryonalen Leben (Taf. XXXVI, Fig. 8 *g*) den Raum derselben ganz ausfüllende Otolithenmasse. Sie sind nie mit Flüssigkeit gefüllt und springen deswegen an erwachsenen Thieren lange nicht so in die Augen, als bei Embryonen, wo sie, wie schon Emmert und Hochstetter hervorgehoben und nach ihnen Rathke, Clason und Leydig geschildert, am meisten von allen in der

Hinterhauptsgegend gelagerten Theilen als weisse, neben einander liegende, durch das Integument schimmernde Körper in die Augen fallen und sich durch ihre Grösse auszeichnen, was, wie ich schon früher andeutete, für ihre frühzeitige Ausbildung aus dem *recessus labyrinthi* spricht.

Betrachten wir jetzt die Verhältnisse bei den Schildkröten, so hat ja bereits RATHKE an Embryonen von *Emys* die Existenz eines mit dem *vestibulum* auf dieselbe Weise wie bei der Natter und den Eidechsen in Verbindung tretenden und unter dem Schädeldache gelagerten Kalksackes nachgewiesen und IBSEN hat aufs Deutlichste von *Chelonia midas* einen auch bei diesen Thieren aus dem *sacculus* entspringenden *ductus endolymphaticus* gezeichnet und ich habe seiner Zeit, trotzdem ich wegen Mangels an Material keine eigenen Erfahrungen sammeln konnte, diese Befunde acceptirt und in meiner allgemeinen Darstellung über das Gehörorgan der Fische verwerthet. Seit jener Zeit hatte ich Gelegenheit, sowohl *Chelonia midas* als *Testudo graeca* zu eigenen Studien zu benutzen und ich habe mich auch hier von der Richtigkeit der RATHKE-IBSEN'schen Beobachtungen überzeugen können. Es ist nun aber nichts weniger als leicht, namentlich bei *Chelonia midas*, weniger bei *Testudo* den Zusammenhang des *aquaeductus vestibuli* mit dem Labyrinthe darzustellen.

Ich habe in der Arbeit über das Gehörorgan der Schildkröten (Taf. XII, Fig. 15 u. 18) in dem oberen Theile der Innenwand des *sacculus* eine von einer Leiste überwölbte, rundliche, verhältnissmässig weite Oeffnung gezeichnet und dieselbe als Utricularöffnung beschrieben, allein mit Unrecht. Es ist das die wie bei den Amphibien und Schlangen nach vorne unten von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus* gelagerte, vestibulare Oeffnung des *ductus endolymphaticus*, die viel weiter als jene erscheint, die nach oben und hinten von der in Fig. 18 mit *c* bezeichneten, überwölbenden Leiste sich als ein sehr enges, nur mit Mühe sichtbar zu machendes Loch findet. Die Oeffnung steht auch bei diesen Thieren, bei denen der Sack eine ähnliche Ausdehnung wie bei den Schlangen besitzt, im Niveau des unteren Randes des hinteren Endes des *utriculus* und die davon ausgehende Röhre (Taf. zum Supplemente, Fig. 26 *de*). Der *ductus* zieht an der Innenwand desselben in die Höhe und tritt an der Vorderwand des unteren Theiles der Commissur emporverlaufend, durch die *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses in die Schädelhöhle. Während dieses Verlaufes an der Innenwand der Gehörkapsel ist dieselbe von dem ungemein derben und durch feste Bindegewebsstränge mit der Innenwand des *sacculus* und *utriculus* verbundenen Perioste bedeckt und das Aussehen und Verhalten dieses, das namentlich bei *Chelonia* die Isolation des zarten

recessus labyrinthi so sehr erschwert, hat mich aufs Lebhafteste an das Verhalten bei den Plagiostomen erinnert und ist mir ein indirecter Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung des *ductus endolymphaticus* bei diesen Thieren. Nachdem dann der *aquaeductus* in den Schädelraum getreten, sehen wir ihn nicht frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle gelagert, sondern wie bei den übrigen Reptilien eine Strecke weit an der Schädelhöhlenwand der Gehörkapsel nach vorne oben von der *dura* bekleidet emporverlaufen (Taf. XXXVI, Fig. 9 *b*) und dann zu einem weiten Sacke anschwellen, der über den hinteren Theil des Gehirnes und dessen Hülle gelagert und mächtiger als bei den Eidechsen entwickelt, sich an den der anderen Seite legt, ohne jedoch mit diesem und mit dem epicerebralen Raume zu communiciren und ohne im erwachsenen Zustande, wie im embryonalen mit Kalkkrystallen angefüllt zu sein. Ich finde demnach den *saccus endolymphaticus* in dem *cavum* zwischen *dura* und Gehirnhülle gelagert, während die ganze Röhre von der *dura*, respective dem Perioste der Gehörkapsel bedeckt erscheint und er unterliegt somit gegenüber dem der Schlangen und Eidechsen gleichsam einer regressiven Metamorphose, die nun noch beträchtlicher bei den Crocodilen erscheint, wo die periostale Bekleidung wieder ein Verhalten wie bei den Amphibien zeigt.

Bei diesen Thieren erhebt sich ja, wie ich das bereits in der vorigen Abhandlung nach dem Vorgange von Ibsen geschildert, der *ductus endolymphaticus* aus dem oberen Theile der Sackinnenwand (Taf. XXXII, Fig. 24 *f*) vorne und unten von der Communication des *sacculus* mit dem *utriculus*, im Niveau des unteren Randes des hinteren Utricularendes mit rundlicher Oeffnung, verläuft dann, bedeckt vom Perioste, vor dem unteren Ende der Commissur (Taf. XXIII, Fig. 12 *e*) zur *apertura* der Gehörkapsel, an deren Rändern das Periost derselben in die *dura* übergeht, so dass dann der *ductus endolymphaticus* (Taf. XXXII, Fig. 10 *d*) in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle an die Seite des Hintergehirnes tritt. Hier geht er sogleich in ein geschlossenes, birnförmiges Bläschen, den *saccus endolymphaticus* (Taf. XXXI, Fig. 3 *c*) über, der sich bis in das Niveau der oberen Fläche des Hintergehirns empor erstreckt, ohne sich jedoch wie bei den niederen Reptilien darüber weg zu lagern, so dass also die ganze Breite des Schädelraumes oder des Hintergehirnes die beiden Säcke trennt. Ich habe denselben nur an dem $^1/_4{}^m$ langen Crocodil mit Kalkkrystallen gefüllt gefunden und glaube, wenn ich es auch nicht bestimmt zu behaupten vermag, dass dieselben im erwachsenen Zustande verschwinden und wie bei den übrigen Reptilien einer Flüssigkeit Platz machen. Eine Communication mit dem epicerebralen Raume, dem der *saccus* eben nur anliegt, findet nicht statt.

Diese Communication findet sich erst, wie ich bei wiederholter

Untersuchung immer wieder gefunden, bei den Vögeln, obgleich ich eifrig darnach geforscht, ob nicht auch bei ihnen ein blindgeschlossener *saccus endolymphaticus* vorhanden. Wie ich bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische erwähnt, ist es wiederum Ibsen's Verdienst, zuerst bei diesen Thieren auf den häutigen *aquaeductus vestibuli* aufmerksam gemacht zu haben, allein weil derselbe diesen Canal von der Schnecke ausgehen lässt, so vermuthete ich damals, er habe ihn mit dem *canalis reuniens* verwechselt. Ich habe ihm damit Unrecht gethan. Es ist wirklich der *recessus labyrinthi*, die Vorhofswasserleitung, die er gesehen, allein der Ursprung derselben, wie auch aus der Unklarheit seiner Zeichnung an der betreffenden Stelle hervorgeht, ist ihm dunkel geblieben und der Grund liegt darin, dass es allerdings ausserordentlich leicht möglich den *sacculus*, der bei diesen Thieren so klein ist, wie bei keinem Wirbelthiere sonst, zu übersehen. Nichtsdestoweniger zeigt der *ductus endolymphaticus* zu ihm dieselben Beziehungen, wie bei sämmtlichen übrigen Wirbelthierclassen. Er entspringt oberhalb der *macula acustica*, unterhalb der Communication mit dem *utriculus*, die nicht so weit ist, als wie Breschet sie beschreibt, am oberen inneren Theile der Sackwand und zwar mit so weiter Mündung (Taf. zum Supplemente, Fig. 30), dass die gesammte Sackwand gleichsam röhrenartig zum *ductus endolymphaticus* ausgezogen erscheint. Eine vollständige Conservirung des Sackes gelingt überhaupt nur, wenn man von vorne herein darauf achtet das zugehörige Stück des *aquaeductus vestibuli* so weit wie möglich zu conserviren. Derselbe verläuft dann ebenfalls dem Perioste der Innenwand des Gehäuses angelagert und in Begleitung von Gefässen, die, wie ich glaube, auch sämmtlichen übrigen Wirbelthieren nicht fehlen, obgleich ich darauf nicht mein besonderes Augenmerk gerichtet, an der Innenwand des hinteren Endes des *utriculus*, medianwärts vom unteren Ende der Bogengangcommissur zu der *apertura aquaeductus vestibuli* der Gehörkapsel, tritt frei in den Raum zwischen *dura* und Gehirnhülle und öffnet sich an der Seite des Hintergehirnes (*cerebellum*), mit der Gehirnhülle in Verbindung tretend, trichterförmig erweitert (*saccus endolymphaticus*) in das *cavum epicerebrale*, ein Verhalten, wie ich es zum ersten Male bei *Siredon pisciformis* mittelst des Spaltraumes der Unterfläche der *pars media sacci* gefunden. Diese Communication ist aber jedenfalls ein Product sehr später Entwicklung, denn an Embryonen sieht man ebenso wie bei den niedriger stehenden Reptilien und den höherstehenden Säugern, den *recessus labyrinthi* blindsackartig geschlossen. Ob dann zu irgend einer Periode, wofür mir kein Untersuchungsmaterial vorgelegen, Kalkkrystalle darin vorhanden sind, darüber vermag ich Nichts auszusagen. Bei erwachsenen Vögeln ist die engste Stelle des *ductus endolymphaticus* an der *apertura*

aquaeductus vestibuli der Innenwand des Gehäuses und es ist somit ganz besondere Vorsicht nöthig, um von dieser Stelle aus denselben bis zum *sacculus* zu verfolgen.

Was nun schliesslich die Säugethiere und den Menschen betrifft, und ich habe Rind und Schwein untersucht, deren Gehörkapsel sich eben im Beginn der Verknöcherung befand, so ist es vor allem Böttcher's [1]) nicht geringes Verdienst die alten Beobachtungen von Cotugno ans Licht gezogen und an der Hand der Entwicklungsgeschichte vertieft zu haben, während bis dahin sämmtliche Autoren den *aquaeductus vestibuli*, sowohl wie *cochleae* als sehr untergeordnete Bildungen, als gefässführende und mit der *dura* in Verbindung stehende Stränge beschrieben. Er hat zuerst auf die Identität des *recessus labyrinthi* mit dem *aquaeductus vestibuli* bei Säugern und Menschen aufmerksam gemacht und die Ansicht, dass derselbe einer regressiven Metamorphose unterläge, erfolgreich widersprochen. Er hat im Gegentheil mit Recht eine immer weitere Entwicklung desselben nachgewiesen. Böttcher fand, dass der aus dem *vestibulum*, dem oberen inneren Ende des Labyrinthbläschens, entstehende *recessus labyrinthi*, die spätere Vorhofswasserleitung durch zwei Canäle erzeugt wird, die ihn mit dem *utriculus* und den *recessus* in Verbindung setzen, die aber eigentlich nicht dem *recessus* angehören, sondern aus der Anlage der Vorhofstheile hervorgehen; der gemeinsame Canal verläuft nach oben, bekommt eine dem Röhrchen entsprechende Krümmung und endet in einen leicht von innen nach aussen abgeplatteten Sack, der bei Katzenembryonen zahlreiche Vorsprünge zeigt (ähnlich dem *saccus endolymphaticus* der Amphibien) und von dem faserigen Bindegewebe der *dura* umschlossen wird. Bei der erwachsenen Katze erscheint nun dieser Sack weit und zieht sich zum Theil längs des *sinus petrosus inferior*, von dem er durch eine faserige Scheidewand getrennt ist. An der trichterförmigen Verengung des Sackes, gegen den Knochencanal des *aquaeductus vestibuli* hin, zeigt er dann die zottenförmigen Hervorragungen, während er sonst glatt. Während seines Verlaufes durch den Knochen ist er vom Perioste umhüllt, das sich gegen die *dura* verdickt und gleichzeitig gehen von ihm epitheliale Canäle als Nebenäste ab. Dieser in den Einzelheiten noch weiter ausgeführten Beschreibung vermag ich etwas Aehnliches oder noch Ausführlicheres nicht an die Seite zu stellen, namentlich was die histologischen Details betrifft, da es mir für den hier vorliegenden Zweck wesentlich darauf ankam, die vergleichend anatomisch besonders interessanten, morphologischen Verhältnisse klar zu legen. Leider bin ich dabei nicht ganz bis an's Endziel gekommen, freue

1) Ueber den *aquaeductus vestibuli* bei Katzen und Menschen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1869.

Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinthes. 1871.

mich aber, dass es nur sehr wenige Puncte giebt, in denen ich anderer Meinung bin, als Böttcher.

Was zunächst das wichtige Verhältniss der Mündung des *recessus labyrinthi* in das *vestibulum* betrifft, so freue ich mich in dieser Beziehung Böttcher vollkommen beistimmen zu können, wenn er eine nachträgliche Communication sowohl mit dem *utriculus*, als mit dem *sacculus* statuirt. Eine so wesentliche Abweichung dies nun von dem Verhalten bei den übrigen Wirbelthieren scheint, so wenig principiell ist sie doch im Grunde genommen, namentlich wenn man an der Hand der vergleichend anatomischen Thatsachen den Verhältnissen, wozu ich geneigt bin, eine andere Deutung giebt. Zunächst das Thatsächliche, wie ich es vorzugsweise bei Rindsembryonen gefunden. Wie bei sämmtlichen bisher geschilderten Wirbelthierclassen erhebt sich (Taf. zum Supplemente, Fig. 32 *de*) nach unten und ein wenig medianwärts vom unteren Rande des hinteren Endes des *utriculus*, aus dem oberen Theil der Innenwand des *sacculus*, der *recessus labyrinthi* als eine zartwandige, cylindrische, ein wenig von aussen nach innen abgeplattete Röhre, jedoch so, dass, ähnlich wie bei den Vögeln, nur in einem noch ausgeprägterem Masse, der obere Sacktheil trichterförmig in den *ductus endolymphaticus* übergeht, und in diesen sehen wir dann eine von aussen und vorne aus dem Boden des hinteren Endes des *utriculus*, unterhalb der Einmündung des horizontalen Bogenganges kommende, nahezu horizontal liegende, feine Röhre münden. Der *ductus* verläuft dann medianwärts vom hinteren Ende des *utriculus*, medianwärts vom unteren Ende der Commissur und tritt durch den mit der Fortsetzung des Periostes der Gehörkapsel ausgekleideten, knöchernen *aquaeductus vestibuli*, der sich im weiteren Verlaufe der Entwicklung mit dem *ductus* immer mehr verlängert, in die Schädelhöhle und schwillt dort sackartig zum *saccus endolymphaticus* an. Dieses oberhalb des *sinus petrosus inferior* befindliche, aber von demselben durch eine Scheidewand getrennte Bläschen liegt nun aber nicht frei in dem Raume zwischen *dura* und Gehirnhülle, sondern an der Schädelhöhlenöffnung des knöchernen *aquaeductus*, von der *dura* bedeckt, die mit dem Perioste des Ganges verschmilzt. Jedoch glaube ich, dass, wie bei den Reptilien, diese Ueberlagerung nicht vollständig, und darin liegt die Differenz zwischen den Anschauungen Böttcher's, der übrigen Autoren und der meinigen, von der ich hoffe, dass ich später im Stande sein werde, sie noch eingehender zu verfolgen. Ich habe nach den Untersuchungen an Schweine- und Rindsembryonen, deren Gehörkapsel noch knorplig und an neugeborenen Menschen, Grund zur Annahme, dass durch eine feine Oeffnung der *dura* ein feiner, trichterförmig sich ausbreitender Fortsatz des an der *apertura aquaeductus vestibuli* gelegenen *saccus* hindurchtritt, mit der *arachnoidea* verschmilzt und somit, wie bei den Vögeln, eine Communi-

cation zwischen dem *cavum endolymphaticum* und dem äusseren *cavum epicerebrale* (*subarachnoideale*) im Gegensatz zum inneren zwischen *pia* und Gehirn zu Stande kommt, die dann natürlich viel weniger ausgiebig ist als bei den Vögeln, wo die trichterförmige Erweiterung (*saccus endolymphaticus*) gänzlich innerhalb des von der *dura* umgrenzten Schädelraumes lag.

Wie soll man nun, nachdem ich so das thatsächliche Verhalten des *ductus* und *saccus endolymphaticus* der Säuger geschildert, es deuten, dass bei ihnen und den Menschen derselbe sowohl mit dem *sacculus*, als mit dem *utriculus* communicirt, während doch mit Ausnahme der *Rajae* sämmtliche übrigen Wirbelthiere die Mündung in dem oberen inneren Theile des *sacculus* besitzen? Ich glaube zwei Umstände sind sowohl bei den Säugern und den Menschen, wie bei den Rochen, deren Eigenthümlichkeiten ich bei dieser Gelegenheit gleich mit betrachten möchte, von Wichtigkeit, einmal der, dass bei den Säugern und Menschen die beiden Röhrchen des ungetheilten *ductus*, wie Böttcher richtig hervorgehoben, nicht dem *recessus*, sondern den Theilen des *vestibulum* angehören, wenn man so will, als aus der Wand derselben herausgesponnene Röhrchen zu betrachten sind und zweitens der, dass die Röhre, die in den *utriculus* hineinführt, ausserordentlich viel enger ist, als der *ductus*, respective die Röhre der Sackwandung und ganz das gleiche Verhalten findet sich bei *Raja*. Der dem *sacculus* angehörige Canal ist nämlich bei den Rochen, den Säugern und den Menschen die trichterförmige Ausstülpung des oberen inneren Sacktheiles, die sich unter den Plagiostomen bei den Haien nicht in dem Masse findet und bei den Vögeln ebenfalls kaum angedeutet erscheint, bei den übrigen Wirbelthieren aber gar nicht vorhanden ist und in diese mündet ja die Röhre des *utriculus* und erst an der Spitze der Vereinigung erhebt sich der *ductus*. Damit ist nun, wenn man die Verhältnisse bei den übrigen Wirbelthieren in Betracht zieht, die Natur dieser feinen Utricularröhre gegeben und sie fehlt keineswegs bei den übrigen Vertebraten. Sie tritt bei ihnen als die Communication zwischen *sacculus* und *utriculus* auf, die, wie ich es von einigen Classen, ganz abgesehen von den Teleostiern, namentlich von den Schildkröten hervorgehoben, die Natur einer kurzen Verbindungsröhre zwischen den beiden Abtheilungen des Vorhofes annehmen kann, die dann bei der grossen Mehrzahl der Wirbelthiere, mit Ausnahme der Eidechsen, gerade oberhalb und ein wenig nach hinten und aussen von der Einmündung des *ductus* befindlich, nur durch eine schmale Substanzbrücke von derselben getrennt ist. Denkt man sich nun den Theil des *sacculus*, wie es bei den Rochen und den höchsten Wirbelthieren der Fall, trichterförmig aufwärts ausgezogen, so wird naturgemäss die Communicationsröhre mit dem *utriculus* mit in die Länge gezogen und, um so mehr, da sie schon von Haus

aus ein sehr geringes Caliber besitzt und in unmittelbarster Nähe der trichterförmigen Ausstülpung liegt, in dem Bereiche derselben münden und zugleich mit dem trichterförmigen Sacktheil aufwärts gewandt mehr eine horizontale Richtung statt der senkrechten annehmen. So meine ich ist ohne Zwang auf die einfachste Weise bei den Rochen, den Säugern und den Menschen das abweichende Verhalten derselben erklärt. Die Utricularröhre des *ductus endolymphaticus* derselben ist also nichts weiter, als die allen Wirbelthieren zukommende Communication des *sacculus* mit dem *utriculus*.

Haben wir nun so durch sämmtliche Wirbelthierclassen hindurch die Vorhofswasserleitung verfolgt und ist es, wie ich glaube, gelungen, alle die mannigfaltigen Formverhältnisse auf eine einfache Grundform, eine blind geschlossene, an dem Ende sackartig erweiterte und aus dem *cavum endolymphaticum* entstehende Röhre zurückzuführen, die mit ihrem bei den meisten Vertebraten geschlossenen Ende, dem *saccus endolymphaticus* in einem periostalen Raume der Schädelhöhle, an dem *cavum epicerebrale* sich findet oder sich wie bei den Vögeln und wahrscheinlich auch den Säugern und Menschen in demselben oder dem *cavum subarachnoideale* öffnet, oder wie bei den Plagiostomen in einen periostalen Raum an der Schädeloberfläche hineinragt, so möchte es wohl von Interesse sein, den physiologischen Nutzen dieses Gebildes näher zu eruiren, und den glaube ich als einen dreifachen bezeichnen zu können. Einmal ist der endolymphatische Gang und sein Sack im embryonalen Leben Erzeuger der endolymphatischen Flüssigkeit, und als solcher functionirt namentlich der Sack durch Hülfe seines Epithels und der ihn umspinnenden Gefässe, und dieser wäre somit als eine Art Drüse anzusehen. Zweitens möchte er wohl im erwachsenen Zustande dazu bestimmt sein, entweder auf dem Wege der Endosmose aus den epicerebralen Räumlichkeiten, und zwar dann, wenn der Sack geschlossen, oder durch directes Hineinfliessen bei offenem *saccus* der Endolymphe neues Material zuzuführen, also einen Flüssigkeitsstrom ins Innere des Gehörorgans zu leiten, drittens wäre sein Nutzen wohl der eines Reservoirs für den *liquor endolymphaticus*, in dem Augenblicke, wo der intralabyrinthäre Druck eine excessive Höhe erreicht, durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem Inneren des Gehörorgans denselben herabzusetzen. Möglich wäre es dann auch bei denjenigen Thieren, welche namentlich wie die Amphibien einen ungemein ausgedehnten und kalkhaltigen *saccus endolymphaticus* besitzen, dass derselbe im Stande wäre, die die Schädelknochen treffenden Schallwellen in das Innere des Labyrinthes fortzuleiten, obgleich dabei wohl in Betracht zu ziehen, dass die Communicationsröhre des *ductus endolymphaticus* ausserordentlich eng ist. Ich glaube dagegen nicht, dass das Auftreten der Kalkkrystalle im *saccus* den Nutzen hat, die Otolithenmassen im Inneren des Gehörorganes zu

erneuern, schon aus dem einfachen Grunde nicht, weil wir wissen[1]), dass die Otolithen sich als Krystalle innerhalb einer Cuticularmasse entwickeln, welche von bestimmten Zellen im Inneren des Gehörorganes abgesondert wird, die dann im erwachsenen Zustande als eine die Kalkmasse umhüllende Otolithensackmembran functionirt. Das Auftreten der Kalkkrystalle hängt jedenfalls davon ab, dass die im Inneren des *saccus endolymphaticus* theils durch Endosmose, theils durch Secretion auftretende Flüssigkeit dieselbe chemische Zusammensetzung hat wie das Secretionsproduct der Zellen im Innern des Gehörorganes, in dem sich die Otholithen entwickeln. Andererseits scheint mir nun aber auch der *ductus endolymphaticus* practisch eine ungemeine Wichtigkeit zu besitzen und es handelt sich da natürlich wesentlich um die Säugethiere und den Menschen. Jeder vermehrte oder verminderte Druck der Flüssigkeit des *liquor cerebrospinalis* im *cavum subarachnoideale* wird sich *per continuitatem* durch den *saccus* und *ductus endolymphaticus* im Inneren des Gehörorganes, im *cavum endolymphaticum* und den dort befindlichen Endapparaten der Gehörnerven geltend machen und so erklärt sich bei vermehrtem Drucke am einfachsten die Unempfänglichkeit für höhere Töne. Ferner werden sich pathologische Processe im Subarachnoidealraume, sei es *per continuitatem*, sei es *per contiguitatem*, durch den *saccus* und *ductus endolymphaticus* ins Innere des Labyrinthes fortpflanzen können und umgekehrt, was aber gewiss wegen der geschützten Lage des inneren Ohres viel seltener der Fall. Ebenso wird jede Aenderung in der chemischen Constitution der cerebrospinalen Flüssigkeit nothwendig eine Aenderung in dem *liquor endolymphaticus* zur Folge haben, Veränderungen, die wohl einen Einfluss auf das Zustandekommen der Gehörempfindungen in Folge gestörter Ernährung, für die der *liquor* jedenfalls wichtig, ausüben können. Es ist nicht meine Aufgabe hierin weiter zu gehen, nachdem dem Practiker die Wege gewiesen sind und ich wende mich daher zum zweiten Theile meiner Aufgabe, zur Schilderung der Art und Weise, auf welche die das Labyrinth umspülende Flüssigkeit, der *liquor perilymphaticus*, sich erneuern und ergänzen kann.

Ich beginne wiederum mit den *Cyclostomen*. Wir wissen aus den Untersuchungen von Ketel, dass das häutige Gehörbläschen von *Myxine* innerhalb der ringförmigen Gehörkapsel von einer schleierartigen Membran umhüllt ist, die wahrscheinlich zugleich als *perichondrium* functionirt und mit Ausnahme der Eintrittsstellen des Gehörnerven von der häutigen Labyrinthwand leicht abhebbar erscheint. So findet sich jedenfalls ein das Gehörbläschen umgebender Raum, ein *cavum perilympha-*

1) Beiträge zur Entwicklung der häutigen Theile der Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVIII.

ticum und es scheint mir, es weist das Verhalten der äusseren Membran desselben zu dem Nerven darauf hin, dass sich mit ihm und dem *aquaeductus vestibuli* die darin befindliche, sparsame Flüssigkeit in die Schädelhöhle entleert. Es stellen somit die *foramina acustica* und die Oeffnung für den *ductus endolymphaticus* die Abflusswege der perilymphatischen Flüssigkeit dar und es werden somit die Aeste des *acusticus* und die Vorhofswasserleitung von der Flüssigkeit umspült, die mit dem *liquor cerebrospinalis* identisch.

Das wird noch deutlicher, wenn wir die Verhältnisse bei *Petromyzon* und bei den Knochenfischen in Betracht ziehen. Bei jenen Thieren gewinnt ja, wie Ketel ausführlich dargethan, das *cavum perilymphaticum* eine viel beträchtlichere Ausdehnung. In der Mitte der Kapsel, aussen und innen, entsprechend dem *sulcus frontalis*, ist er am ausgedehntesten, am wenigsten ausgedehnt dagegen an den Bogengängen und unten am *fundus* der Schnecke, vorne und hinten unten dagegen wegen der mannigfaltigen Einziehungen an den *ampullae trifidae* wieder beträchtlicher. Der ganze Raum ist dann von einem netzartigen Zellgewebe erfüllt, das viel sparsamer bei *Myxine* das persistirende, embryonale Gallertgewebe in der Umgebung des Gehörbläschens der Wirbelthierembryonen überhaupt darstellt und von reichlichen Gefässen durchzogen ist. Dieses lässt sich leicht von der Gehörkapsel abheben, nur an den *foramina* für die Aeste des *acusticus* und für den *facialis* und ebenso an der *apertura aquaeductus vestibuli*, die ja zum Durchtritt eines Gefässes und zur Einlagerung des *saccus endolymphaticus* dient, finden festere Adhäsionen statt. Dort zieht sich dasselbe in die Schädelhöhle, so dass die in dem Maschenraume des *cavum perilymphaticum* befindliche Flüssigkeit mit den Gefässen und Nerven durch die *foramina acustica* und durch die *apertura aquaeductus vestibuli* in das *cavum cranii*, zu dem dort befindlichen *liquor cerebrospinalis* strömen kann, der dann, wie ich ein für allemal und für sämmtliche Wirbelthiere geltend bemerken will, sich an den Durchtrittsstellen der Gehirn- und Rückenmarksnerven in Lymphbahnen peripherisch weiter ergiesst. Gesonderte Bahnen existiren also für die perilymphatische Flüssigkeit noch nicht, sondern sie strömt frei in den Scheiden der Gefässe und Nerven.

Ganz dasselbe ist bei den Teleostiern der Fall, bei denen ja schon eine oberflächliche Betrachtung lehrt, dass die das Gehörorgan umspülende, ölhaltige Flüssigkeit mit der im Schädel- und Rückenmarksraume identisch ist und die in einem ähnlichen, bindegewebigen Maschennetze enthalten ist, wie wir solches in voller Ausbildung bei *Petromyzon* getroffen. Dieses Gewebe des *cavum perilymphaticum* besitzt, wie ich das bereits früher geschildert, gerade wie bei den Neunaugen an den Ampullen, so im *cavum anterius* und *posterius*, ferner im

Bereiche der Commissur und der Bogengänge seine grösste Entwicklung und wir wissen, dass die Gehörkapsel und somit auch das *cavum perilymphaticum* nach innen durch die *dura* des Schädel- und des Gehörkapselraumes, jedoch unvollständig, abgeschlossen wird. Namentlich am oberen Ende der Commissur, an der Stelle also, wo das Ende des *ductus endolymphaticus* befindlich, findet sich gegen das *cavum cranii* hin eine weite Lücke, die wir als *apertura aquaeductus vestibuli* haben kennen gelernt und an der sich die *dura* als periostale Membran nach aussen in die Gehörkapsel schlägt. Eine eben solche existirt an der Peripherie des *acusticus* und so vermag also der *liquor perilymphaticus* längs der Commissur und dem an die *dura* gelehnten *ductus endolymphaticus* und an dem *saccus* desselben, ferner namentlich in der Umgebung des Gehörnerven und im Bereiche des vorderen und hinteren Gehörkapselraumes frei in die Schädelhöhle zu strömen. Von diesem Verhalten bilden nur die *Clupeiden*, wie ich das bereits ausführlich geschildert, eine bemerkenswerthe Ausnahme. Wir wissen, dass bei ihnen durch das eigenthümliche Verhalten der *dura* der perilymphatische Raum, mit Ausnahme der Eintrittsstelle des *acusticus*, von dem *cavum cranii* abgeschieden ist, so dass weder im Bereiche des oberen Endes der Commissur, gegen das der *ductus endolymphaticus* emporverläuft, noch vorne und hinten ein Einströmen des *liquor perilymphaticus*, wie bei den übrigen Knochenfischen, in die Schädelhöhle stattfinden kann, wohl aber kann, namentlich an der Schädelbasis, die perilymphatische Flüssigkeit des einen in die des anderen Gehörorganes überströmen und nicht blos unten, sondern auch oben unter dem Schädeldache, unter dem, wie wir es als wahrscheinlich erkannt, der *ductus endolymphaticus*, umgeben von der oberen *dura*-Commissur, sich mit dem der anderen Seite verbindet, in der Umgebung desselben. Dafür hat nun aber aller Wahrscheinlichkeit nach der *liquor perilymphaticus*, nach aussen von dem *recessus utriculi*, mittelst eines *sacculus* einen Abfluss unter die Integumentalbekleidung des Kiemenapparates in dort befindliche Canäle, die wohl als Lymphbahnen anzusehen sind.

Dieses Verhalten bei den *Cyclostomen* und dem überwiegenden Theile der Teleostier, dass das *cavum perilymphaticum* längs der Commissur und des *ductus endolymphaticus* und zwar am oberen Ende desselben und an der Eintrittsstelle des *acusticus* vor allem seinen Abfluss und zwar in den epicerebralen Raum zwischen *dura* und Gehirn findet, erscheint mir ausserordentlich wichtig für die Betrachtung der Verhältnisse desselben bei den höheren Wirbelthieren und zwar zunächst bei den Plagiostomen. Wir müssen annehmen, dass bei diesen Thieren, die ja ein vollständig geschlossenes Gehäuse besitzen, die Abflusswege die gleichen, einmal längs des Nerven in den Schädelraum und

dann auch vor allen längs der Commissur und des *ductus endolymphaticus*, vorausgesetzt, dass wir keine anderen Wege nachweisen können, auf denen der *liquor perilymphaticus*, der auch bei ihnen in dem persistirenden, dem embryonalen Gallertgewebe homologen, bindegewebigen Maschennetze befindlich ist, peripherisch, etwa wie bei den *Clupeiden*, in nach aussen führende, geschlossene Bahnen abströmen kann, was durchaus nicht der Fall. Der erste Weg längs des *acusticus* ist nun aber jedenfalls ein sehr enger, wie schon aus der Beschreibung von Weber und Breschet hervorgeht, die ausdrücklich hervorheben, dass die Oeffnungen für den Gehörnerven ein sehr geringes Caliber besitzen und somit ist der obere wohl als der Hauptabflussweg anzusehen. Diese Bahn geht ja durch die *apertura aquaeductus vestibuli* des Gehäuses, die bei den Teleostiern durch die *dura*-Oeffnung am oberen Ende der Commissur repräsentirt ist, aber nicht in das *cavum cranii*, sondern mittelst der den *ductus* und *saccus endolymphaticus* umgebenden, periostalen Hülle unter das Integument des Schädeldaches und mündet hier mit einer Oeffnung frei an der Oberfläche. Somit würde die perilymphatische Flüssigkeit hauptsächlich dahin abfliessen können, allein es ist das doch wohl nicht als ausschliesslich anzunehmen, ebensowenig, wie es wahrscheinlich, dass Seewasser in beträchtlicher Menge durch diese Communication der periostalen Hülle der Vorhofswasserleitung in das *cavum perilymphaticum* gelangt. Da ist mir nun eine Beobachtung von Werth gewesen, die ich leider wegen Mangels an Material nicht habe weiter verfolgen können. Es hat mir nämlich geschienen, als ob aus dem Binnenraume der Hülle des *saccus endolymphaticus*, ausser der gegen die Kopfoberfläche gehenden Röhre, Communicationen in einen unter dem Integumente des Schädels gelegenen, lymphsackartigen Raum gingen, der demnach vorzugsweise zur Aufnahme des abfliessenden *liquor perilymphaticus* bestimmt wäre, welcher ja deswegen nicht in die Schädelhöhle fliessen kann, weil die *apertura aquaeductus vestibuli*, das *foramen ovale* nach Weber, nicht an der Innenwand der Gehörkapsel, im Bereiche des *cavum cranii*, sondern an der Grenze der Ober- und Innenwand, an der Schädeloberfläche befindlich ist. Andere Wege vermag ich bei den *Plagiostomen* nicht aufzufinden und ich muss an diesen festhalten, um so mehr, weil sie im Principe vollkommen mit denen der *Cyclostomen* und Teleostier in Einklang stehen.

Das ist auch trotz der so sehr interessanten Abweichungen, die wir sogleich kennen lernen werden, bei den Amphibien der Fall, für die, wie wir das bereits von so manchen anderen Organen (Wirbelsäule) wissen, so auch in Bezug auf die Abflusswege des *cavum perilymphaticum*, die Teleostier als Ausgangspunct dienen. Es gelingt mit diesen Gesichtspuncten leicht eine einigermassen plausible Erklärung für die

Differenzen, die sich bei den Amphibien geltend machen, zu gewinnen, wobei ich gleich von vorne herein bemerken will, dass *Siredon, Triton* und *Salamandra* im Wesentlichen gleiche Verhältnisse zeigen, welche dann die Grundlage für die so ausserordentlich wichtigen bei den Batrachiern und weiter bei den Reptilien und den höchsten Wirbelthieren bilden.

Wir fanden, wie ich das in der Arbeit über das Gehörorgan der Fische auch nach der vergleichend anatomischen Seite hin ausführlicher auseinander gesetzt, das *cavum perilymphaticum* bei den Knochenfischen in der Umgebung der Bogengänge und nach aussen von der Commissur, ferner im Bereiche des *utriculus* und der vorderen Ampullen und schliesslich an der hinteren Ampulle, also wesentlich im Bereiche der oberen Abtheilung des Gehörorganes am ausgedehntesten, sehr geringfügig dagegen am Sacke und an der Schnecke, in deren Bereich, an der Innenwand der Nerv die Schädelhöhle verlässt, um sich an dem Gehörorgane auszubreiten. Da wir nun zwei Wege kennen gelernt haben, auf denen die perilymphatische Flüssigkeit aus der Gehörkapsel in die Schädelhöhle sich ergiesst, oben an der Commissur längs des *ductus endolymphaticus* durch die *apertura aquaeductus vestibuli* und unten an den Durchtrittsstellen des Hörnerven in die Schädelhöhle, so dürfte es wohl nicht zu gewagt sein, anzunehmen, dass der untere Weg vorzugsweise die geringfügige Perilymphe des Sackes und der Schnecke, der obere dagegen die im Bereiche der oberen Abtheilung des Gehörorganes abführt, der deswegen ausgedehnter sein muss, weil hier überhaupt der Raum des *cavum perilymphaticum* ausgedehnter. Das bestätigt sich denn auch in der That, namentlich wenn wir die engen *foramina acustica* bei den *Plagiostomen* mit in Betracht ziehen und noch mehr, wenn wir jetzt *Siredon* und die *Salamandrinen* näher ins Auge fassen.

Bei diesen Thieren finden wir den perilymphatischen Raum, der nicht mehr wie bei den Knochenfischen das reichlich entwickelte, bindegewebige Maschennetz zeigt, sondern wegen der Reduction desselben eine einzige, zusammenhängende, nach aussen durch das Periost abgeschlossene, mit seröser Flüssigkeit gefüllte Räumlichkeit repräsentirt, nicht mehr im Bereiche der Bogengänge, der Commissur mit dem anliegenden *ductus endolymphaticus* und im *cavum anterius* und *posterius* am ausgedehntesten, sondern in Folge der relativ bedeutenden Entwicklung des *sacculus* und vielleicht in Folge des an der Gehörkapsel auftretenden, besonderen Schallzuleitungsapparates, der *columella* entwickelt er sich am meisten zwischen deren Basis und der Sackaussenwand, also wie bei sämmtlichen höheren Wirbelthieren im Bereiche der unteren Abtheilung des häutigen Labyrinthes. Danach lässt sich vermuthen, dass sich auch der untere Abflussweg auf Kosten des oberen, durch die *apertura aquaeductus vestibuli* in die Schädelhöhle vergrössert und so ist

es in der That und wenn das auch nicht einfach durch Erweiterung der Oeffnungen für die Zweige des *acusticus* geschieht, so geschieht es doch dadurch, und das ist ausserordentlich wichtig, dass sich die Perilymphe in einer von der Nervenscheide, die möglicherweise aus anderen Gründen nicht Raum genug bieten könnte, gesonderten Lymphbahn sammelt. Diese haben wir bereits bei *Siredon, Triton* und *Salamandra maculata* als *ductus perilymphaticus* oder als *aquaeductus cochleae* kennen gelernt.

Dieselbe (Taf. zum Supplemente, Fig. 14, 15, 16, 17, 18 *dp*) stellt bekanntlich eine Röhre dar, die in den hinteren inneren Theil des *cavum perilymphaticum* sich öffnend, oberhalb der frontalen Ampulle, unterhalb der stärksten Krümmung des horizontalen Bogenganges, zwischen Sack und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle mit dem *utriculus* an der Innenwand des *sacculus* verläuft und hier nach hinten von dem *nervus sacculi et cochleae* (Tab. XXIX, Fig. 5 *g*) durch die an der Innenwand des Gehäuses, nach hinten von dem *meatus auditorius internus* befindliche Oeffnung des *foramen rotundum* in die Schädelhöhle tritt und sich hier trichterförmig ausgeweitet mit der eigentlichen Gehirnhülle verbindet (Taf. XXIX, Fig. 5), so dass also die Perilymphe durch das *foramen rotundum* in einer eigenen, von dem *acusticus* getrennten Bahn in das *cavum epicerebrale* zwischen Gehirn und Gehirnhülle und somit in den *liquor cerebrospinalis* abfliesst, der dann durch trichterförmige Ausstülpungen der Gehirnhülle, die namentlich (Taf. XXIX, Fig. 5) mit den grossen Gehirnnerven *opticus, trigeminus, vagus* und den *nervi cerebrospinales* nach aussen ziehen, peripherisch weiter fliesst und zwar, wie wir bei den Fröschen sehen werden, in unzweifelhafte Lymphbahnen. Dieser *ductus perilymphaticus*, der mindestens der Hauptweg, vielleicht auch der einzige, abgesehen von dem unbedeutenden längs des *acusticus* ist, da der *ductus endolymphaticus*, wie ich gefunden, sehr genau die *apertura aquaeductus vestibuli* ausfüllt, liegt bei *Siredon* und *Triton*, bevor er durch das *foramen rotundum* tritt, an der Sackinnenwand zwischen *lagena* und Anfangstheil der Schnecke, nach oben von jener, nach unten von diesem (Taf. XXIX, Fig. 6 *c*) und wenn das auch bei *Salamandra maculata* der Fall, so gesellt sich doch im Bereiche desselben (Taf. zum Supplemente, Fig. 18 *pb*) an der Sackinnenwand ein aus dieser differenzirter Theil, die *pars basilaris* hinzu, deren Wand der *ductus* speciell medianwärts anlagert. Darauf mache ich besonders aufmerksam, weil uns das ein sonderbares Verhalten bei den Batrachiern erklärt.

Wie entsteht nun diese Schneckenwasserleitung und wie können wir die Lage derselben hinter dem *sacculus*, oberhalb der *lagena*, an der frontalen Ampulle und dem Ende des horizontalen Bogenganges er-

klären? Derselbe repräsentirt den Rest des gallertigen Bindegewebes, das im embryonalen Zustande das ganze *cavum perilymphaticum* erfüllt und sich bei den Fischen als ölhaltiges Bindegewebe darstellt. Dasselbe bildet sich zu einer geschlossenen Bindegewebsröhre um, die sich naturgemäss mit der Gehirnhülle verbindet. Gehen wir nämlich, soweit das bis jetzt möglich, von der Bildungsweise der Gehirnhäute aus, so finden wir, und ich hoffe später die Beobachtungen noch eingehender anstellen zu können, dieselben bei den Wirbelthieren aus einer embryonalen Zellgewebsmasse hervorgehen, die das Gehirn überlagert und aus dem sich dann an der Oberfläche das häutige Schädeldach mit der *dura* differenzirt, während dem bei den meisten Fischen die Zellmasse zwischen dieser und dem Gehirn zu dem ölhaltigen Bindegewebe sich umbildet, und sich in derselben Weise in den Rückenmarkscanal erstreckt und das an der Gehirnoberfläche kaum eine Differenzirung, eine Verdichtung zu einer eigentlichen Gehirnhülle zeigt, so dass also bei den Teleostiern der epicerebrale Raum zwischen *dura* und Gehirnoberfläche befindlich, der sich dann, wie beschrieben, continuirlich in das *cavum perilymphaticum* hineinzieht. Anders dagegen bei den Amphibien. Nicht allein die *dura*, sondern auch die Gehirnhülle ist selbständig entwickelt. Das *cavum epicerebrale* beschränkt sich also auf den Raum zwischen dieser und der Oberfläche des *cerebrum* und gleichzeitig sehen wir einen ähnlichen Trennungsprocess innerhalb der Gehörkapsel vor sich gehen, wo das perilymphatische, mit dem auf der Gehirnoberfläche in Verbindung stehende Gewebe, nachdem es aus sich das Periost der Gehörkapsel, wie die *dura* gebildet, theilweise zum *ductus perilymphaticus*, wie am Gehirn zur Hülle desselben sich verdichtet, sich aber grösstentheils verflüssigt. Dieser *ductus* hält dann die ursprüngliche Verbindung mit dem homologen Theile im *cavum cranii*, mit der Gehirnhülle aufrecht. Er entwickelt sich dann ferner gerade im Bereiche des *cavum posterius*, hinter dem Sacke und an der frontalen Ampulle und dem Ende des horizontalen Ganges, weil bei diesen Thieren dieses *cavum* wegen seiner Weite und der geringen Ausdehnung der darin gelagerten, häutigen Theile des Labyrinthes viel mehr Spielraum für die Weiterentwicklung des Restes des perilymphatischen Gewebes lässt, wie das mit dem viel mehr ausgefüllten *cavum anterius*, im Bereiche des *utriculus*, der zusammenliegenden Ampullen und ferner an der Bogengangcommissur der Fall.

Diese soeben bei den niederen Amphibien ausführlicher geschilderte Lymphbahn, die, wenn auch nicht vollständig, so doch zum grössten Theile die Bahn in der Scheide des *acusticus* und die längs des *aquaeductus vestibuli* ersetzt, erleidet nun bei den höheren Vertebraten eine Reihe von Umwandlungen, die, wie bereits angedeutet, namentlich bei

den *Batrachiern* und Reptilien deutlich und mächtig sind und zwar so, dass der *ductus perilymphaticus* ganz allmälig, von den Batrachiern angefangen, eine andere Lage bekommt und das hängt mit der Fortbildung der einzelnen Theile des Gehörorganes und der Kapsel derselben zusammen. Bei keinem Wirbelthiere fehlt er aber ganz, wenn sich auch neben ihm die Wege, namentlich in der Scheide des *acusticus* und zwar bis zu den höchsten Wirbelthieren empor immer mehr geltend machen und bei dem Menschen wohl die Hauptrolle spielen.

Bei den Fröschen finden wir das *cavum posterius* der hinteren Ampulle und des hinteren Theiles des horizontalen Bogenganges, an denen sich bei den niederen Amphibien der *ductus* entwickelt, relativ enger als bei den *Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, mehr durch die darin gelagerten Theile ausgefüllt und zu gleicher Zeit wegen der grösseren Selbständigkeit des *sacculus* und vor allen Dingen auch der Schnecke gegenüber den oberen Theilen des Gehörorganes dieselben mehr aus dem Bereiche des *cavum posterius* nach abwärts gerückt und somit ist es nicht überraschend, da wir den *ductus* bei den Amphibien hinter dem *sacculus*, oberhalb der *lagena* der Schnecke, unterhalb des Anfangstheiles derselben und bei *Salamandra* an der *pars basilaris* liegen sehen, dass derselbe mehr nach unten im Raume der Gehörkapsel sich entwickelt und da für seine Entwicklung im *cavum posterius* kein Platz, aus diesem verschwindet. Das ist nun gerade das Stück des *ductus*, das bei den niederen Amphibien in den nach aussen von dem *sacculus* befindlichen Theil des *cavum perilymphaticum* sich öffnete und zwischen dem horizontalen Gange der hinteren Ampulle und dessen Verbindungsröhre lag. Er reducirt sich also wegen der Enge des *cavum posticum*, wegen der grösseren Differenzirung des *sacculus* gegenüber den oberhalb gelegenen Theilen des *ductus* auf dasjenige Stück bei den übrigen Amphibien, welches an der Innenwand des Sackes, im Bereiche der *pars basilaris* bei dem den Fröschen am nächsten stehenden Salamander sich fand. Da nun aber dieser Schneckentheil (Taf. zum Supplemente, Fig. 19, 20 *pb*) bei den Fröschen weiter nach hinten über den Bereich der *lagena* und des Anfangstheiles gedrängt ist, so muss auch die Oeffnung zum Durchtritte des *ductus*, das *foramen rotundum* weiter nach hinten an der Gehörkapsel gelagert sein, und das ist sogar in einem so hohen Grade der Fall, dass dasselbe ausserhalb des Bereiches des *cavum cranii*, aber immer nach hinten vom *meatus auditorius internus*, in den Umfang des *foramen jugulare* (Taf. XVIII, Fig. 4 *b*, Fig. 5 *e*) fällt.

Mit dieser Reduction des *ductus* nach hinten und innen zur *pars basilaris* (Taf. XXXV, Fig. 6 *f*) wird derselbe nun aber aus den Bereich des nach aussen von dem *sacculus* befindlichen, ausgedehnten *cavum perilymphaticum* (Taf. XXXV, Fig. 6 *i*) geschoben, in den er

sich eigentlich wie bei den übrigen Amphibien öffnen sollte. Das geschieht nun aber auf einem anderen Wege durch das Auftreten eines zweiten Canales (Taf. XXXV, Fig. 6 *h*), der aus dem hinteren oberen Theile der lateralwärts vom Sacke gelegenen, grossen Abtheilung des perilymphatischen Raumes sich entwickelt und der mit einer Fortsetzung des Periostes, nach aussen von dem *foramen rotundum*, der Oeffnung des *ductus perilymphaticus*, durch eine kleine Knochenbrücke (Taf. XXXV, Fig. 6 *g*) von ihr getrennt, die Hinterwand der Gehörkapsel gegen das *foramen jugulare* durchsetzt und sich dann erst in den *ductus* öffnet. So sehen wir denn ein getheiltes *foramen rotundum* auftreten und die Abflussröhren statt in die Schädelhöhle in den Umfang des *foramen jugulare* treten, durch das ja die *jugularis posterior* mit dem *vagus* und *glossopharyngeus* (Taf. XXXV, Fig. 6 *d*) tritt. Diese bewirken dann, dass die ursprüngliche Verbindung der Gehirnhülle (Taf. XXXV, Fig. 6 *d*) mit dem *ductus* und somit der Abfluss der perilymphatischen Flüssigkeit in das *cavum epicerebrale* nicht aufgehoben wird, denn wir sahen schon, wie bei den niederen Amphibien (Taf. XXIX) mit den beiden Nerven eine trichterförmige Ausstülpung der Gehirnhülle in das *foramen jugulare* tritt und diese verbindet sich dann bei den Fröschen (Taf. XXXV, Fig. 6) mit der Abflussröhre des *cavum perilymphaticum*. Gleichzeitig sehen wir dann an der Stelle der Vereinigung eine starke Anschwellung der Abflussbahn, einen *saccus perilymphaticus* im *foramen jugulare* (Taf. XXXV, Fig. 6 *c*) auftreten, der nach aussen in ein Lymphgefäss übergeht und sich nach innen in das *cavum epicerebrale* öffnet. Somit sehen wir denn, dass die Perilymphe einmal durch die Doppelröhre des *cavum perilymphaticum* und den *saccus perilymphaticus* in ein peripherisches Lymphgefäss und dann wie bei den übrigen Amphibien indirect in das *cavum epicerebrale* abfliessen kann.

Sind wir nun bei den *Batrachiern* anlässlich des directen Ueberganges des *cavum perilymphaticum* in peripherische Lymphgefässe auf ein Verhalten gestossen, wie es sich in der Reihe der höheren Wirbelthiere wiederfindet, so möchte doch wohl zunächst die Frage berechtigt sein, was gestattet uns denn die Annahme, dass die eine, von dem *saccus perilymphaticus* peripherisch aus dem *foramen jugulare* weiterziehende Bahn und somit auch das *cavum epicerebrale* und weiterhin das *epispinale* zu den Lymphbahnen gehört. Dafür habe ich das beste Kriterium in Injectionen gefunden, die ich mit Lösung von Berlinerblau vom *cavum perilymphaticum* aus ausführte, Hand in Hand mit Injectionen von feiner, anders gefärbter Leimlösung in das Gefässsystem. Ich wählte den Frosch einmal wegen der Reichlichkeit des Materiales und dann wegen der leichten Zugänglichkeit des *cavum perilymphaticum* ohne Verletzung wesentlicher Theile. Die Frösche wurden entweder und zwar am häufig-

sten durch Alcohol, oder durch Zerstörung der *medulla* getödtet, darauf der Unterkiefer entweder einfach abgetragen, oder *ad maximum* aufgesperrt, dann vor der *tuba* ein Querschnitt durch die aufgehobene Rachenschleimhaut gemacht und dabei sorgfältig auf die Schonung der grossen über das *parasphenoidale* verlaufenden *carotis* geachtet. Dann bekommt man unmittelbar die Spitze der auf dem *parasphenoidale* ruhenden Labyrinthpyramide zu Gesicht und sieht durch den knorpligen Theil derselben deutlich die Otolithenmasse des *sacculus* durchschimmern. Nach aussen von diesem weissen Flecke wurde dann sorgfältig mit stumpfer Nadel ein Loch gebohrt und in das *cavum perilymphaticum*, das sich dort am meisten ausdehnt, eine Canüle geführt. Es ist mir dabei nicht blos gelungen das *cavum epicerebrale* zu injiciren und den Zusammenhang desselben mit dem injicirten *sacculus perilymphaticus*, der dem *vagus* aufliegt und den davon peripherisch ausgehenden Canal darzustellen, sondern, und das scheint mir der beste Beweis, es gelang mir wenigstens partiell die grossen, subcutanen Lymphsäcke, ferner den an der Wurzel des Gekröses und die zum Darme ziehenden Lymphgefässe zu injiciren, ja ich habe sogar die Ovariallymphbahnen in einem Falle partiell sich füllen sehen. Ich glaube mit dem Hering'schen Apparate wäre noch Vollkommneres zu leisten gewesen. Dabei habe ich natürlich immer gleichzeitig die Gefässinjectionen vorgenommen. So glaube ich denn auf ähnlichem Wege, wie Clason ihn eingeschlagen, aber nicht zu Ende gebracht hat, dahin gekommen zu sein, dass ich vollauf berechtigt bin, das *cavum perilymphaticum*, den *ductus* und *saccus perilymphaticus* und das *cavum epicerebrale* dem Lymphsystem einzureihen, wofür ja auch die Erfahrungen Schwalbe's sprechen, wonach bei Injectionen in das *cavum subarachnoideale* der perilymphatische Raum gefüllt wurde.

Was nun die Reptilien und zwar zunächst die Schlangen betrifft, so zeigen dieselben bis zu den Schildkröten empor ausserordentlich übereinstimmende Verhältnisse, die sich recht gut von denen der *Batrachier* ableiten lassen und hier ist es Windischmann's, Rathke's und Ibsen's Verdienst zunächst auf die in Rede stehenden Bildungen aufmerksam gemacht zu haben, ohne jedoch, wie Clason und ich bereits früher hervorgehoben, die wirkliche Bedeutung derselben zu erkennen, indem sie sie meistens mit der Schnecke, also mit dem Labyrinthbläschen selber, in Zusammenhang zu bringen suchten, während doch Rathke richtig bemerkt, dass sie sich weder in den Binnenraum des häutigen Labyrinthes öffnen, noch irgend welche Nervenstränge bekommen.

Wir wissen, dass bei den Fröschen das eigentliche Homologon des *ductus perilymphaticus* der anderen Amphibien, das sich erst nachträglich ausserhalb der Gehörkapsel mit einem Ableiterohre des *cavum perilymphaticum* verband, an der *pars basilaris* der Schnecke, zwischen Anfangs-

theil und Endtheil *(lagena)* derselben, an der Sackinnenwand befindlich war. Wir fanden, dass dieses eigenthümliche Verhalten wesentlich durch die Entwicklung des Sackes und der Schnecke gegenüber den übrigen Theilen des Gehörorganes bedingt war. Bei den Schlangen sehen wir nun auch, wie bei den Amphibien, dass das *cavum perilymphaticum* sich vorzugsweise entsprechend der unteren Gehörabtheilung, nach aussen von dem *sacculus* ausdehnt (Taf. XXX, Fig. 4, Fig. 11), allein das Verhältniss des Abflussweges ist ein ganz anderes, wie bei den Fröschen und das hängt von der progressiven Entwicklung ab, die die Schnecke nach hinten und unten erfährt, und da wir nun wissen, dass der *ductus* zunächst zu einzelnen Theilen derselben *(pars basilaris)* Beziehungen hatte, so sind die Entwicklungsverhältnisse derselben vor allem zu berücksichtigen. Der Sack reducirt sich von unten nach oben und kommt jetzt wesentlich oberhalb und etwas nach vorne von der Schnecke, die sich nach unten hin ausdehnt, zu liegen. Somit wird auch der zu dieser in Beziehung stehende *ductus* unterhalb des *sacculus* (Taf. XXX, Fig. 15 *e*) und zwar an dem hinteren Theile der Innenwand, an der *pars basilaris* und oberhalb der *lagena*, dem Endtheile der Schnecke, wie bei den Fröschen, zu suchen sein. Diese *pars basilaris* behält nun aber nicht die Ausdehnung, wie sie sie bei den Fröschen hatte, sondern wächst aus und zwar nicht blos nach hinten, wodurch sie wie bei den Fröschen das am Sacke befindliche *cavum perilymphaticum* vom *ductus* abtrennt, sondern auch nach vorne und gleichzeitig damit muss sich auch der an ihr liegende *ductus perilymphaticus* nach vorne hin ausdehnen. Das geschieht nun in einem solchen Grade, dass, nachdem bei diesen Thieren der Sack in die Höhe gerückt, die Schnecke also allein im unteren Theile des Gehäuses zu liegen kommt, derselbe den vorderen Rand der Schnecke erreicht und hier sehen wir ihn dann an den inneren Theil der Vorderwand des nach oben vorne reducirten Sackes und somit an das weite, nach aussen von ihm sich ausdehnende *cavum perilymphaticum* stossen und sich einfach unterhalb des vorderen Endes des Sackes in dasselbe öffnen, wie es hinten bei den *Perennibranchiaten* der Fall war. Nach dieser Vereinigung sehen wir dann den *ductus perilymphaticus*, der sich jetzt ausschliesslich an der Basis der Schnecke findet und dieser ihren besonderen Character giebt und mit Recht den Namen der Schneckenwasserleitung führt, durch das, wie bei den Fröschen, an der Hinterwand des Gehäuses befindliche, aber jetzt natürlich einfache *foramen rotundum* in den *recessus scalae tympani* treten, der ja blos eine röhrenartige Verlängerung des *foramen jugulare* nach aussen ist, wie ich das seiner Zeit ausführlicher auseinander gesetzt. Da wir nun somit medianwärts und lateralwärts wenigstens von der Basis der Schnecke, da das *cavum perilymphaticum* sich dahin ausdehnt,

einen Hohlraum auftreten sehen, dort durch den *ductus perilymphaticus*, hier also vom perilymphatischen Raume repräsentirt, so kann man jetzt schon von einer *scala vestibuli*, dem aussen und einer *scala tympani*, dem innen gelegenen Hohlraume sprechen, welch' letzterer sich zwischen der Innenwand der Gehörkapsel und der *membrana basilaris*, der *pars basilaris* der Schnecke ausdehnt, wie ich das seiner Zeit bei den Schildkröten und Clason bei den Eidechsen weiter ausgeführt, bei denen die Verhältnisse in allem Wesentlichen, wie bei den Schlangen. Es herrscht bei den Schildkröten nur der Unterschied, dass die Wandung des *ductus perilymphaticus* sich in dem *cavum perilymphaticum* dieser Thiere als Membran desselben ausdehnt. In dem Augenblicke nun, wo der *ductus perilymphaticus*, die Schneckenwasserleitung (Taf. XXXVI, Fig. 10 *a*) durch das *foramen rotundum* an der Hinterwand der Gehörkapsel bei den Eidechsen und Schildkröten (leider fehlen mir die Erfahrungen bei den Schlangen, ich glaube aber nicht daran, dass es sich anders verhält und ich habe davon Andeutungen gesehen) in den *recessus scalae tympani* hineingetreten ist, so bekommt er eine periostale Hülle und schwillt (Taf. XXXVI, Fig. 10 *c*), wie schon Ibsen richtig von *Chelonia midas* gezeichnet und Clason von den Eidechsen dargethan, nach unten vom *glossopharyngeus* und *vagus* (Taf. XXXVI, Fig. 10 *e*), nach hinten von der Paukenhöhlenschleimhaut (Taf. XXXVI, Fig. 10 *d*), nach vorne von dem die Hinterwand des *recessus* bildenden *os occipitale laterale* und nach oben von der *vena jugularis posterior s. interna* zu einem elliptischen, ausserordentlich zartwandigen, mit Pflasterepithel bekleideten Sacke, dem *saccus perilymphaticus*, an. Dieser besitzt (Taf. XXXVI, Fig. 10 *f*) in der etwas nach vorne unten und aussen gelegenen Spitze eine nadelstichgrosse Oeffnung, wahrscheinlich der Eingang in ein Lymphgefäss. Mein Material reichte nicht aus, um dieses zu constatiren, wohl aber, dass der *saccus perilymphaticus* nach innen durch das *foramen jugulare* (Taf. XXXVI, Fig. 9) unter dem *vagus* und *glossopharyngeus* eine Fortsetzung in den Schädelraum schickt, die trichterförmig sich erweiternd in die Hülle des Gehirnes übergeht. Somit kommt auch bei diesen Thieren eine Verbindung des Binnenraumes des *saccus* und somit des *cavum perilymphaticum* mit dem *cavum epicerebrale* zu Stande. Dass meine Vermuthung, dass die äussere, nadelstichgrosse Oeffnung des Sackes, die ich bei *Chelonia midas* gefunden, wirklich in ein Lymphgefäss übergeht richtig, wird einmal durch die Injectionen, welche Clason bei den Eidechsen und ich bei den Fröschen vorgenommen, wahrscheinlich gemacht, dann aber auch durch die schöne Zeichnung von Ibsen, der ein haarfeines, kurzes Röhrchen von dem *saccus* ausgehend zeichnet, dessen Sackende gerade so liegt, wie die vorhin erwähnte feine Oeffnung. Der *saccus* liegt also im *recessus scalae* zwischen allen den dort befind-

lichen Gefässen und Nerven. Es frägt sich nun aber, bevor wir weiter gehen, wo bleibt, da wir bei den Schildkröten ein *cavum perilymphaticum externum* zwischen Periost und der Membran des perilymphatischen Raumes und ein *internum* zwischen dieser und der Oberfläche des häutigen Gehörorganes, das in den *ductus perilymphaticus* übergeht, kennen gelernt haben, die Perilymphe des *externum* ab, welches sich namentlich in dem *cavum anterius* an dem *recessus utriculi* und den vorderen Ampullen und im *cavum posterius* an der hinteren Ampulle ausdehnt? Ich gestehe, darüber nur eine unvollkommene Ansicht zu haben. Ich glaube, es ist möglich, dass sie durch Lücken der perilymphatischen Membran in das *cavum internum* strömt und namentlich auch nach unten über die Spitze der Schnecke hinaus, die das Gehäuse nicht ganz ausfüllt und von einem perilymphatischen, bindegewebigen Maschennetze umgeben ist, in den *ductus endolymphaticus* an der Schneckeninnenwand abfliessen kann. Dann wäre aber wohl daran zu denken, dass durch die Oeffnung, die oben und aussen von dem *foramen rotundum*, an der Hinterwand der Gehörkapsel befindlich, die ich früher fälschlicherweise als *apertura aquaeductus cochleae* beschrieben habe und durch die ein Gefäss verläuft, ein Abfluss nach aussen stattfinden kann.

Das *cavum perilymphaticum* der Crocodile, zu denen ich mich jetzt wende, habe ich bereits theilweise in einer früheren Abhandlung geschildert, namentlich auch mit Bezug auf die Verhältnisse, die wir bei den Eidechsen auftreten sehen, allein der vergleichend anatomische Standpunct wurde nicht genug festgehalten und ich hole daher hier mit Bezug darauf das Versäumte nach. Sehen wir bei den übrigen Reptilien das *cavum perilymphaticum* sich als weiten Raum nach abwärts bis zu dem oberen Theile der Schnecke erstrecken und zeigte es sich von da an bis zur Spitze als ein durch das persistirende, embryonale, perilymphatische Gewebe hervorgerufener und die *lagena* rings umgebender Maschenraum, so sehen wir dagegen mit dem colossalen Wachsthume, welches die Schnecke der Crocodile erfährt und mit der Zunahme der Weite der *cavitas cochleae*, des Binnenraumes der knöchernen Schnecke das *cavum perilymphaticum* sich von der Aussenwand des *sacculus* in diesen hinein bis zur Spitze der Schnecke erstrecken. Gleichzeitig ändert sich dann mit der Aenderung, die die Stellung der Schnecke erfährt, mit der spiraligen Drehung die Lage desselben im Gehäuse. Der Theil der Schnecke, welcher mit der Aussenfläche des *sacculus* bei den übrigen Reptilien correspondirt und eigentlich ein Derivat derselben ist, das *tegmentum vasculosum* oder die *membrana Reissneri* sieht nicht bei den Crocodilen nach aussen, sondern im Gegentheile (Taf. XXXIII, Fig. 13 *l*) nach innen und vorne und somit muss die mit der Sackinnenwand bei den übrigen Reptilien, respective Amphibien

correspondirende Schneckenwand, die ja bei diesen Thieren den *ductus perilymphaticus* trägt, die *membrana basilaris* (Taf. XXXIII, Fig. 12) nach hinten und aussen sehen und dem entsprechend auch der *ductus* nach aussen hinten, statt gerade nach hinten verlaufen. Wie sich nun das *cavum perilymphaticum* bis zur Spitze der Schnecke nach abwärts ausdehnt, so ist dasselbe auch mit dem *ductus perilymphaticus* der Fall, da wir ja wissen, dass derselbe sich an den Bereich der *pars basilaris* hält und diese sich ja bei den Crocodilen weit nach abwärts bis fast in den Grund des knöchernen Schneckenraumes bis an die dort befindliche *lagena*, den häutigen Kuppelblindsack, ausdehnt. Somit gewinnt also der *ductus* eine der *scala tympani*, des Raumes zwischen dem knöchernen Gehäuse und der *membrana basilaris* entsprechende Ausdehnung, wie das *cavum perilymphaticum* den ganzen Bereich der *scala vestibuli*, des Raumes zwischen dem knöchernen Gehäuse und dem *tegmentum vasculosum*, oder der *membrana Reissneri* einnimmt. Allein wie verhält es sich nun mit der Communication des *cavum perilymphaticum*, der *scala vestibuli* mit dem *ductus perilymphaticus*, der *scala tympani*? Sehen wir bei den übrigen Reptilien dieselbe unterhalb der Vorderwand des *sacculus*, an dem oberen Theile der *basis* der Schnecke, an dem dreieckigen, nervenlosen Knorpel vor sich gehen, der dem *ligamentum spirale* der höheren Thiere entspricht, so ist bei den Crocodilen die Möglichkeit einer solchen Communication ausgeschlossen, da sich der Schneckenknorpel unmittelbar an den Knochen anlegt. Somit ist an einen Abfluss des *liquor perilymphaticus* der *scala vestibuli* an dieser Stelle nicht zu denken und es müsste sich dann der *ductus* als Abflussröhre zurückbilden, wenn nicht die Schneckenspitze den Kuppelblindsack des knöchernen Gehäuses nur unvollkommen ausfüllte. So kann es, wenn auch auf einem anderen Wege dennoch der Perilymphe gelingen, in die *scala tympani*, wo der *ductus* wie bei allen andern Thieren zu suchen, zu fliessen, da sich ja die beiden Räumlichkeiten bis zur Schneckenspitze ausdehnen und hier sich naturgemäss in einander öffnen werden, wenn, wie es ja in der That der Fall, Platz vorhanden.

Was nun den *ductus perilymphaticus* betrifft, so besitzt derselbe eine etwas modificirte Gestalt. Von den Salamandern angefangen, sehen wir ihn, wie bereits vorhin wieder hervorgehoben, in die innigste Beziehung zu dem Theile der Schnecke, der die Basilarmembran trägt, treten und das lässt sich bis zu den Schildkröten empor verfolgen, bei denen die *pars basilaris* eine ziemliche, aber keine besonders hervorragende Ausbildung besitzt. Anders bei den Crocodilen, bei denen die Beziehungen der Abflussröhre der Perilymphe zur *pars basilaris* dieselben. Diese dehnt sich recht wesentlich aus und bedingt gerade die Grössenzunahme der Schnecke nach unten, dem entsprechend erweitert sich, wie er-

wähnt, die Röhre, die bei den übrigen Reptilien noch cylindrisch war und deren Weite mit der des *foramen rotundum* correspondirte und nimmt die Gestalt eines Trichters an, dessen Basis sich über die *pars basilaris* der Schnecke ausdehnt und dessen abgestutzte Spitze an der Peripherie des *foramen rotundum* liegt, dessen Weite mit der des *ductus* nicht gleichen Schritt hält. So glaube ich auf die einfachste Weise die Verhältnisse bei den Crocodilen, die für die der höchsten Wirbelthiere typisch sind, aus denen der niedriger stehenden Reptilien abgeleitet zu haben. Nachdem nun die Membran des *ductus* (Taf. XXXIII, Fig. 14 *d*) mit einer periostalen Hülle versehen durch das *foramen rotundum* getreten ist, sehen wir denselben sich wieder zu einem *saccus perilymphaticus* (Taf. XXXII, Fig. 11 *e*) erweitern, der innerhalb des *recessus scalae tympani*, an der membranösen Hinterwand der Paukenhöhle gelagert, durch das *foramen jugulare* einen Fortsatz zur Gehirnhülle schickt und somit mit dem *cavum epicerebrale* communicirt. Eine peripherische Fortsetzung habe ich leider wegen Mangels an Material nicht constatiren können.

Die Lagerungsweise des *saccus* im *recessus* ist nun aber eine ganz andere, wie bei den übrigen Reptilien. Dadurch, dass die Wand der Schnecke, an der sich der *ductus* bildet, die tympanale mit ihrem hinteren Theile nach aussen gedreht wurde, bekam, wie erwähnt, auch der *ductus* anstatt eine Richtung von vorne nach hinten, eine solche von vorne innen, nach hinten aussen und so musste dann natürlich das sonst an der Hinterwand entweder am Uebergange zur Innenwand, oder in der Mitte, in der Nähe des *foramen jugulare* bei den übrigen Thieren gelagerte *foramen rotundum* weiter nach aussen gegen den Uebergang der Hinter- in die Aussenwand mit seinem *foramen vestibulare* rücken und mehr an der hinteren Wand der Paukenhöhle, dagegen in weiterer Entfernung von dem Drosselloche zu liegen kommen. Dadurch werden natürlich das *foramen* und der *ductus* immer mehr von den, durch das *foramen jugulare* tretenden Theilen, namentlich der *vena jugularis posterior s. interna*, dem *glossopharyngeus* und *vagus*, die nach hinten verlaufend den Schädel verlassen, nach aussen abgedrängt und der Sack kann demnach nur im lateralen Theile des *recessus*, an der hinteren Schleimhautbekleidung des *cavum tympani* und in der unmittelbaren Nähe des *foramen ovale* zu liegen kommen. So erklärt sich die überraschende Erscheinung, dass, wenn man die Schleimhaut der Paukenhöhle abträgt und von oben her den oberen Theil des früher beschriebenen *sulcus recessus* wegmeisselt, der *saccus perilymphaticus* in der Paukenhöhle weit vom *foramen jugulare* weg, wo er sonst befindlich, zu liegen scheint.

Bei den Vögeln, namentlich den niederen, die ein offenes *foramen rotundum* besitzen, verhält sich nun das *cavum perilymphaticum* und die Abflussröhre desselben, die Schneckenwasserleitung im Wesentlichen

ganz ebenso, wie bei den Crocodilen und alle guten Abbildungen der Vogelschnecke, wie die von BRESCHET[1]) und namentlich die von IBSEN weisen darauf hin. Ueber den *saccus perilymphaticus*, von dessen Existenz ich fest überzeugt bin, vermag ich leider Nichts auszusagen. Die Modificationen, die wir hier hervorzuheben haben, sind, wenn auch interessant, so doch immer unwesentlicher Natur. Auch bei diesen Thieren erstreckt sich das nach aussen vom *sacculus* befindliche *cavum perilymphaticum* längs der der Sackaussenwand entsprechenden Schneckenwand, dem *tegmentum vasculosum*, der *membrana Reissneri* in die *cavitas cochleae*, in die Vorhofstreppe bis zur Schneckenspitze, dem häutigen Kuppelblindsacke, der *lagena*, communicirt hier in der knöchernen *lagena* mit dem Raume, der zwischen der der Sackinnenwand entsprechenden Schneckenfläche, der *membrana basilaris* und der Wand des Gehäuses liegt, der *scala tympani*, in der sich der *ductus*, wenn er vorhanden, finden soll. In der That existirt er in derselben Weise, wie bei den Crocodilen, als eine in der Paukentreppe, an der Basilarmembran weit offen stehende, trichterförmige Röhre, deren Wandung sich an die Peripherie des *foramen rotundum* bei denjenigen Vögeln legt, bei denen dasselbe offen und die dann gegen den *recessus scalae* hin sieht. Er erstreckt sich bis zu dem tympanalen Rande der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Schneckenknorpel und heftet sich, wie bei den Crocodilen, namentlich an den Nervenknorpel, allein die Stellung desselben und somit auch des *foramen rotundum* zum Gehäuse und zum *recessus*, namentlich aber zu dem *foramen jugulare* ist eine ganz andere. Die tympanale und die vestibulare Wand der Schnecke, also die *membrana basilaris* und das *tegmentum*, oder die *membrana Reissneri* stehen freilich nicht, wie bei den niederen Reptilien, in der sagittalen Ebene, aber auch nicht wie bei den Crocodilen so, dass das *tegmentum vasculosum* nach vorne innen, die *membrana basilaris* nach hinten aussen sieht, sondern (Taf. zum Supplemente, Fig. 29, 30) ersteres (*m r*) kehrt nach vorne, letztere nach hinten (*m b*) und so sehen wir denn auch den *ductus* und das *foramen rotundum* weniger nach hinten aussen, also an der Grenze der Aussen- und Hinterwand des Gehäuses, sondern mehr nach hinten gekehrt. Derselbe entfernt sich somit nicht von dem *foramen jugulare* und den durch dasselbe tretenden Theilen des *vagus* und *glossopharyngeus* und namentlich der *jugularis posterior s. interna*, sondern an der Mitte der Hinterwand befindlich, ist er denselben wieder genähert und zwar soweit, dass, wenn es, wie ich fast glaube, zur Bildung eines *saccus perylimphaticus* kommt, dieser an der Aussenwand der *jugularis* liegen

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. 1836.

wird. Ich glaube jetzt nicht mehr, dass sich die Perilymphe bei den niederen Vögeln in die Scheide der *jugularis* ergiesst, sondern in einen *saccus perilymphaticus*, der dann wieder durch das Drosselloch mittelst einer Fortsetzung mit dem *cavum epicerebrale* und peripherisch mit einem Lymphgefässe communicirt, und für ersteres habe ich Anhaltspuncte, die mit den Verhältnissen bei den Fröschen und Schildkröten stimmen, indem ich, wie an allen grossen Oeffnungen der Schädelbasis, so auch im *foramen jugulare*, an der Vagusgruppe eine trichterförmige Fortsetzung der Gehirnhülle verfolgen kann. Die Membran, welche den *ductus perilymphaticus* constituirt und sich mit dem tympanalen Rande des Nervenknorpels verbindet, ist ausserordentlich zart.

Wie verhält sich nun die Schneckenwasserleitung bei denjenigen Vögeln, die wie die Säugethiere und die Menschen ein durch eine *membrana tympani secundaria* verschlossenes *foramen rotundum s. cochleare* besitzen? Ich gestehe, darüber keine vollkommen sichere Angaben machen zu können, allein nach dem, was ich bei den Säugern gesehen, glaube ich einen Schluss auf die in Frage kommenden Verhältnisse machen zu können, wenn auch kommende Forschungen hier erst definitiv Licht bringen werden.

Ich will auch hier wieder im Zusammenhange schildern, allein wenn ich im Folgenden positive Angaben zu machen scheine, so möge man nicht vergessen, dass dieselben grösstentheils nicht auf eingehenden Beobachtungen beruhen, sondern wenigstens theilweise aus den Verhältnissen niedriger und höher stehender Formen, also vergleichend anatomisch abgeleitet sind. Wir haben gesehen, dass wegen der eigenthümlichen Stellung der Schnecke bei dem Crocodile die *scala tympani* mit dem *ductus perilymphaticus* und somit dem *foramen rotundum*, durch das derselbe bei den bisher betrachteten Wirbelthieren peripherisch weiter verläuft, ausserordentlich weit nach aussen gegen die Hinterwand der Paukenhöhlenschleimhaut und gegen das *foramen vestibulare s. ovale* gedrängt ist und zwar so, dass der *saccus* der Paukenhöhlenschleimhaut angelagert von dem *foramen jugulare* und besonders von der durch dasselbe hindurchtretenden *vena jugularis posterior* getrennt ist. Bei den niederen Vögeln haben wir aber wiederum, ähnlich wie bei den Schildkröten und den übrigen Reptilien, eine Annäherung an das *foramen jugulare* und an die hindurchtretende *jugularis*, so dass der Lymphsack an derselben nach aussen und vorne zu liegen kommt und mit derselben an der Hinterwand des von mir aus der Umgebung des *foramen ovale* geschilderten, sogenannten *recessus cavi tympani* weiter zieht. Diese membranöse Hinterwand wird nun, während bei den niederen Vögeln zwischen ihr und der *jugularis* das *foramen cochleae* und somit der hindurchtretende *ductus* frei lag, in demselben Augenblicke, wo, wie bei

den höheren Vögeln (Taube z. B.), das *foramen rotundum* weiter nach aussen und vorne gegen das Vorhofsfenster und in den Bereich des daran gelagerten *recessus cavi* rückt, das runde Fenster decken und damit den Abfluss der Perilymphe aus dem *ductus perilymphaticus* versperren. Das hat dann zur Folge, dass sich der *ductus* weiter medianwärts, im Bereiche der *scala tympani* gegen das *foramen jugulare* und die durchtretenden Nerven hin Bahn bricht. Die Oeffnung, die ihm dann den Durchtritt gestattet und die wir zum ersten Male bei den höheren Vögeln medianwärts vom runden Fenster, das durch die Schleimhaut des *recessus cavi* und durch das Periost (*membrana tympani secundaria*) geschlossen ist, auftreten sehen, ist die *apertura aquaeductus cochleae*. Somit sehen wir denn bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum*, das bereits wie bei den Säugern und den Menschen in dem Bereiche der Paukenhöhle zu liegen kommt, den *ductus perilymphaticus* durch Hülfe der *apertura aquaeductus cochleae* dieselben Beziehungen zum *foramen jugulare* und zur *vena jugularis interna s. posterior*, auf der anderen Seite aber auch zum Binnenraume der knöchernen Schnecke, zur *scala tympani* besitzen, wie es bei denen mit offenem Schneckenfenster der Fall, nur liegt vielleicht die Oeffnung etwas mehr medianwärts an der Drosselader.

Ich habe in meiner früheren Abhandlung: »zur Morphologie des knöchernen Labyrinthes der Vögel«, wie man jetzt sehen wird, aus nicht besonders stichhaltigen Gründen eine *apertura aquaeductus cochleae* im Bereiche des hinteren Theiles der Innenwand des knöchernen *vestibulum* beschrieben, durch die sich ein Fortsatz der *dura* und ein Gefäss begab. Letztere Beobachtung ist richtig, allein die Oeffnung der Schneckenwasserleitung ist es nicht, sondern diese findet sich in Uebereinstimmung mit Breschet an der angegebenen Stelle in der *scala tympani* und ich will hier gleich beifügen, dass Breschet ausdrücklich hervorhebt, dass diese Oeffnung nicht constant. Es wäre wichtig zu erfahren und ich möchte die Aufmerksamkeit künftiger Untersucher der Lymphbahnen des inneren Ohres besonders auf diesen Punct lenken, ob gerade den Vögeln, die ein offenes *foramen rotundum* zum Durchtritt der perilymphatischen Abflussröhre besitzen und die den Reptilien somit näher stehen, die *apertura aquaeductus cochleae* fehlt, wie man nach dem bisher Geschilderten annehmen sollte, oder ob sie, wenn vorhanden, ausschliesslich zum Durchtritte von Gefässen dient.

Wenden wir uns nun zum Schluss zu den Verhältnissen der Säuger, so habe ich freilich nur, wie früher erwähnt, Embryonen untersucht, allein solche, deren Gehörapparat bereits in allen Theilen ausgebildet und deren Gehäuse bereits im Stadium der Verknöcherung sich befand. Wenn nun auch noch weit ausgedehntere und intensivere Untersuchun-

gen nöthig sind, als ich sie bis dahin angestellt, um allseitig zur Klarheit und zum sicheren Abschluss und Anschluss an die Verhältnisse bei den anderen Thierclassen zu kommen, so habe ich doch soviel gesehen, dass ich behaupten zu dürfen glaube, dass sowohl den Säugern als den Menschen und nicht blos im embryonalen, sondern auch im erwachsenen Zustande ein *ductus perilymphaticus* und ein *saccus*, der sich einmal mit dem *cavum subarachnoideale*, dem äusseren epicerebralen Raume nach Spaltung der Gehirnhülle in *pia-* und *arachnoidea* verbindet und zweitens peripherisch in ein Lymphgefäss übergeht, zukommt. Dabei will ich nicht verhehlen, dass im Laufe der Entwicklung bis zum erwachsenen Alter die Abflussröhre immer enger wird. Bei solchen Embryonen, bei denen die Verknöcherung der Schnecke, namentlich an der Schädelhöhlenwand, also am Eintritte der Nerven, ihren Anfang genommen, während der übrige Theil des Schneckenrohres noch knorplig, bei denen aber trotzdem schon alle Windungen ausgeprägt und bei denen die *cellulae Corti* anfangen aus einander zu rücken und den bekannten Bogen zu bilden, gelingt es mit der nöthigen Vorsicht nicht unschwer, die gesammte häutige Schnecke mit ihrer periostalen Umhüllung zu isoliren. Diese letztere sieht man dann unterhalb der frontalen Ampulle, medianwärts und nach hinten und unten vom Vorhofsblindsacke, also am Beginne der Schnecke, am Anfange oder oberen Ende der *scala tympani* einen trichterförmigen Fortsatz in die *apertura interna aquaeductus cochleae* schicken, der dann nach hinten abwärts, die Wand des Gehäuses durchbohrend in das *foramen jugulare*, entsprechend der *apertura externa aquaeductus cochleae*, tritt. Es ist nun freilich ausserordentlich schwer, die periostale Hülle des Schneckenrohres zu entfernen, allein zuweilen gelingt es vollkommen gut, namentlich am Schneckenanfange und man sieht dann eine zarte Membran, dem trichterförmigen Fortsatze entsprechend, durch den *aquaeductus cochleae* in den Umfang des *foramen jugulare* sich erstrecken. Hier habe ich dann eine sackartige Anschwellung der zarten Haut beobachtet, die mir leider nicht zu isoliren gelang, ebenso wenig wie es mir gelungen, innerhalb der *scala tympani* mit Sicherheit den Ursprung der zarten Membran festzustellen. Es hat mir jedoch geschienen, als habe sie wie bei den Vögeln und Crocodilen ihre Befestigung an dem Nervenknorpel, dem *limbus spiralis cartilagineus*. Ich zweifle demnach nicht daran, dass wir es hier wie bei den anderen Wirbelthieren mit einem *ductus perilymphaticus* und mit einem perilymphatischen Sacke zu thun haben und da nun ferner mit dem *vagus*, *glossopharyngeus* und *accessorius* eine trichterförmige Ausstülpung der *arachnoidea* vorhanden, so möchte es nicht unwahrscheinlich sein, dass dieser mit dem *saccus*, den ich angedeutet gefunden, in Verbindung steht und dass somit auch bei den Säugern und den Menschen die Peri-

lymphe, nachdem sie aus dem *vestibulum* durch die *scala vestibuli* zwischen dem häutigen und knöchernen Kuppelblindsacke (*lagena*) in die *scala tympani* getreten, wie bei den Reptilien und Vögeln durch den *ductus perilymphaticus*, die Schneckenwasserleitung in den perilymphatischen Sack und von da einmal in das *cavum subarachnoideale*, zweitens aber in ein peripherisches Lymphgefäss abfliessen kann. Ausserdem verlaufen aber auch, wie bekannt, in der knöchernen Schneckenwasserleitung Gefässe.

Nun ist aber, und das thun ja auch die Injectionsversuche von SCHWALBE[1]) dar, dieser Abflussweg der Perilymphe nicht der einzige, und wohl bei erwachsenen Säugern und Menschen, wie auch bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen cochleare* nicht einmal der Hauptweg, denn wenn man die Weite der *apertura aquaeductus cochleae* bei den Vögeln mit geschlossenem *foramen rotundum*, mit der Weite dieser Oeffnung bei denen mit offenem vergleicht, so leuchtet, da wir ausserdem finden, dass der perilymphatische Raum bei den Menschen, Säugern und höheren Vögeln gewiss nicht abnimmt, im Gegentheil bei den höchsten Wirbelthieren mit vielfach gewundener Schnecke sich ausdehnt, ein, dass der bei diesen Thieren ausserordentlich viel engere Canal nicht in derselben Weise, wie bei den übrigen Vögeln und bei den Reptilien der Perilymphe Abfluss gestatten kann. Wäre es der einzige Weg, so würde gerade bei den höchsten Thieren, und das ist denn doch wohl kaum anzunehmen, der Abfluss der Perilymphe ausserordentlich behindert sein. Da glaube ich denn, gestützt auf die Injectionen von SCHWALBE und auf meine eigene Erfahrung, wonach mit dem *facialis* und *acusticus* eine trichterförmige Fortsetzung der *arachnoidea* in den *meatus auditorius internus* hineindringt, dass wir hier einen Weg, vielleicht den Hauptweg, für den Abfluss der Perilymphe wie bei den niederen Thieren, den *Cyclostomen, Perennibranchiaten* und *Salamandrinen*, haben, ein Weg, an den ich auch bei den übrigen Thieren festhielt. Ist derselbe jedenfalls bei den *Batrachiern*, bei den Reptilien und den niederen Vögeln mit offenem *foramen rotundum* vorhanden, so wird er in demselben Masse, wie bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen der eigentliche *ductus perilymphaticus* sich verengert, jedenfalls an Weite zunehmen. Damit haben wir denn ein interessantes Wechselverhältniss der beiden Abflusswege, auf das ich schon früher hindeutete.

Das *cavum perilymphaticum* ist also auf alle Fälle bei sämmtlichen Wirbelthieren in die Lymphbahn eingeschaltet und steht einerseits mit

1) Der Arachnoidealraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit dem Perichoroidealraum. Med. Centralblatt 30. 1869.

dem *cavum subarachnoideale* durch die *foramina acustica* und dann indirect mit peripherischen Lymphbahnen, die mit den grossen Nervenstämmen aus ihn heraustreten durch Hülfe des *ductus* und *saccus perilymphaticus* in Verbindung und somit sehen wir denn, dass alle Veränderungen, seien dieselben physikalischer oder chemischer Natur, die namentlich auch der *liquor cerebrospinalis* erfährt, auf den *liquor perilymphaticus* und somit auch auf das Gehörorgan und die Gehörempfindung wirken müssen. Darin finden wir denn vielleicht mit die Ursache des Auftretens subjectiver Gehörempfindungen. Auf der anderen Seite werden pathologische Processe, die sich durch den *ductus endolymphaticus* in den Binnenraum des häutigen Labyrinthes aus dem *cavum subarachnoideale*, sei es *per contiguitatem* sei es *per continuitatem* fortpflanzen konnten, auch in dem *cavum perilymphaticum* sich geltend machen können und damit ist, denke ich, eine nicht ungesunde anatomische Basis für die Erforschung krankhafter Zustände des inneren Ohres gegeben. Was dann das Verhalten des *liquor perilymphaticus* und *endolymphaticus* während des Lebens betrifft, so sehen wir also eine Möglichkeit des Ab- und Zuströmens der Flüssigkeit, einer Erneuerung derselben und eines Abströmens der Producte der regressiven Metamorphose und wir werden, wie ich das bereits in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Fische angedeutet, genöthigt eine continuirliche Strömung der Flüssigkeit sowohl im Binnenraume des häutigen Labyrinthes, als in dem Raume zwischen diesem und der Gehörkapsel anzunehmen. Die Geschwindigkeit derselben wird dann gleich der Stromgeschwindigkeit der lymphatischen Flüssigkeit in den damit communicirenden Räumen, vor allem dem *cavum subarachnoideale*, vielleicht auch geringer sein. Die Consequenzen aus diesem Verhalten werde ich dann in der folgenden Abhandlung ziehen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Theil der Innenwand des häutigen Gehörorganes von *Petromyzon fluviatilis* von aussen gesehen. *a.* Die Commissurenenden der beiden Bogengänge. *b.* Hintere Vestibularzelle. *c.* Ausbuchtung an der Bogengangcommissur. *d. saccus endolymphaticus. e. ductus endolymphaticus. f.* Vordere Vestibularzelle. *g.* Bogengangcommissur.

Fig. 2. Dasselbe Präparat von innen gesehen. *a.* Zapfen unter der Vereinigung der beiden Bogengänge. *b.* Commissur. *c.* Vordere Vestibularzelle. *d.* Oeffnung der Ausbuchtung der Bogengangcommissur. *e.* Oeffnung des *ductus endolymphaticus. f.* Hintere Vestibularzelle.

Fig. 3. Vergr. $^2/_1$. Kopf eines jungen *Spinax acanthias* mit präparirtem Gehirn und Gehörorgane. *a.* Mittelgehirn. *b. saccus perilymphaticus. c. ductus perilymphaticus.*

Fig. 4. Vergr. $^8/_1$. Ein Theil des häutigen Gehörorganes des Frosches *a. ductus endolymphaticus. b.* Communication zwischen *sacculus* und *utriculus. c.* Mündung des *ductus endolymphaticus* an der inneren Sackwand.

Fig. 5. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Rana temporaria* mit blosgelegtem Gehirn und verticalen Bogengängen. *a.* Hinterer, häutiger Bogengang. *b. ductus endolymphaticus* mit *saccus. c. plexus choroideus.*

Fig. 6. Vergr. $^3/_1$. Schädel von *Rana temporaria* von unten gesehen. Der hintere Theil des Centralnervensystems freigelegt und das Gehörorgan präparirt. *a. hypophysis. b.* Untere Verbindung des *saccus endolymphaticus. c. saccus perilymphaticus. d. vagus* mit der Fortsetzung der Gehirnhülle. *e. acusticus. f. ductus perilymphaticus. g.* Knochenstäbchen im *foramen rotundum. h.* Abflussröhre des *cavum perilymphaticum. i. cavum perilymphaticum* mit durchschimmerndem *sacculus.*

Fig. 7. Vergr. $^3/_1$. Kopf von *Lacerta agilis* mit blossgelegtem Gehirn. *a. saccus endolymphaticus.*

Fig. 8. Durchschnitt durch den Hinterhauptstheil des Kopfes eines Eidechsenembryo. *a. utriculus. b. sacculus. c. cochlea. d.* Trennende Knochenleiste zwischen den beiden *sacculi endolymphatici. e, f. plexus choroideus. g. ductus endolymphaticus.*

Fig. 9. Median durchschnittener Schädel von *Chelonia midas. a.* Oeffnung des *ductus endolymphaticus* in den *saccus. b.* Von der *dura* umhüllter Theil des *ductus endolymphaticus. c.* Innenwand der Gehörkapsel. *d.* Trichterförmige Fortsetzung der Gehirnhülle in das *foramen jugulare. e.* Gehirnhüllenfortsatz am *trigeminus.*

Fig. 10. Vergr. $^2/_1$. Von der Schädelhöhle aus präparirtes Gehörorgan, *recessus scalae tympani* geöffnet. *Chelonia midas. a. ductus perilymphaticus. b. foramen rotundum. c. saccus perilymphaticus. d.* Schleimhaut der Paukenhöhle. *e. vagus. f.* Oeffnung des peripheren Lymphgefässes im *saccus perilymphaticus.*

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Fig. 4.

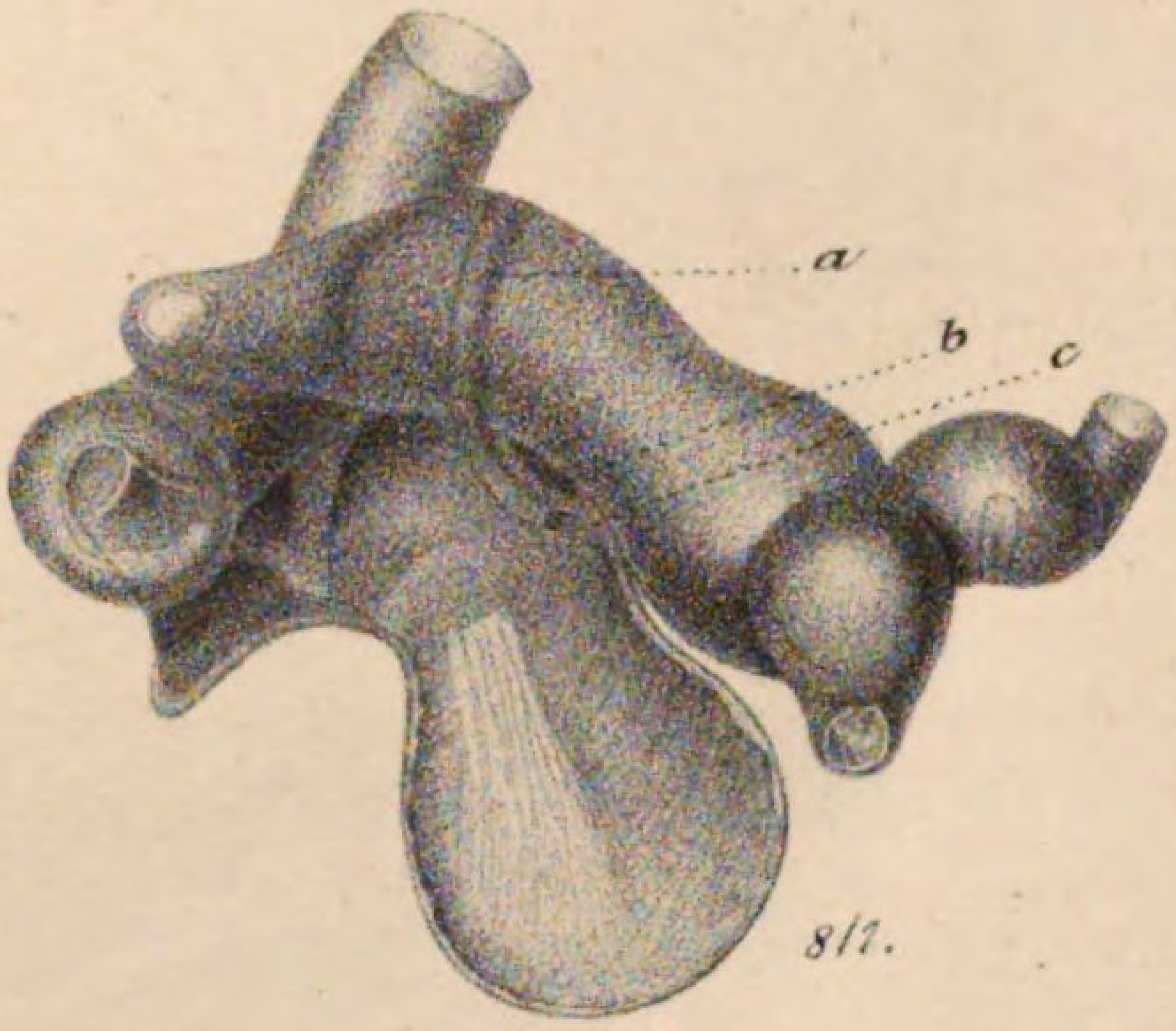


Fig. 7.

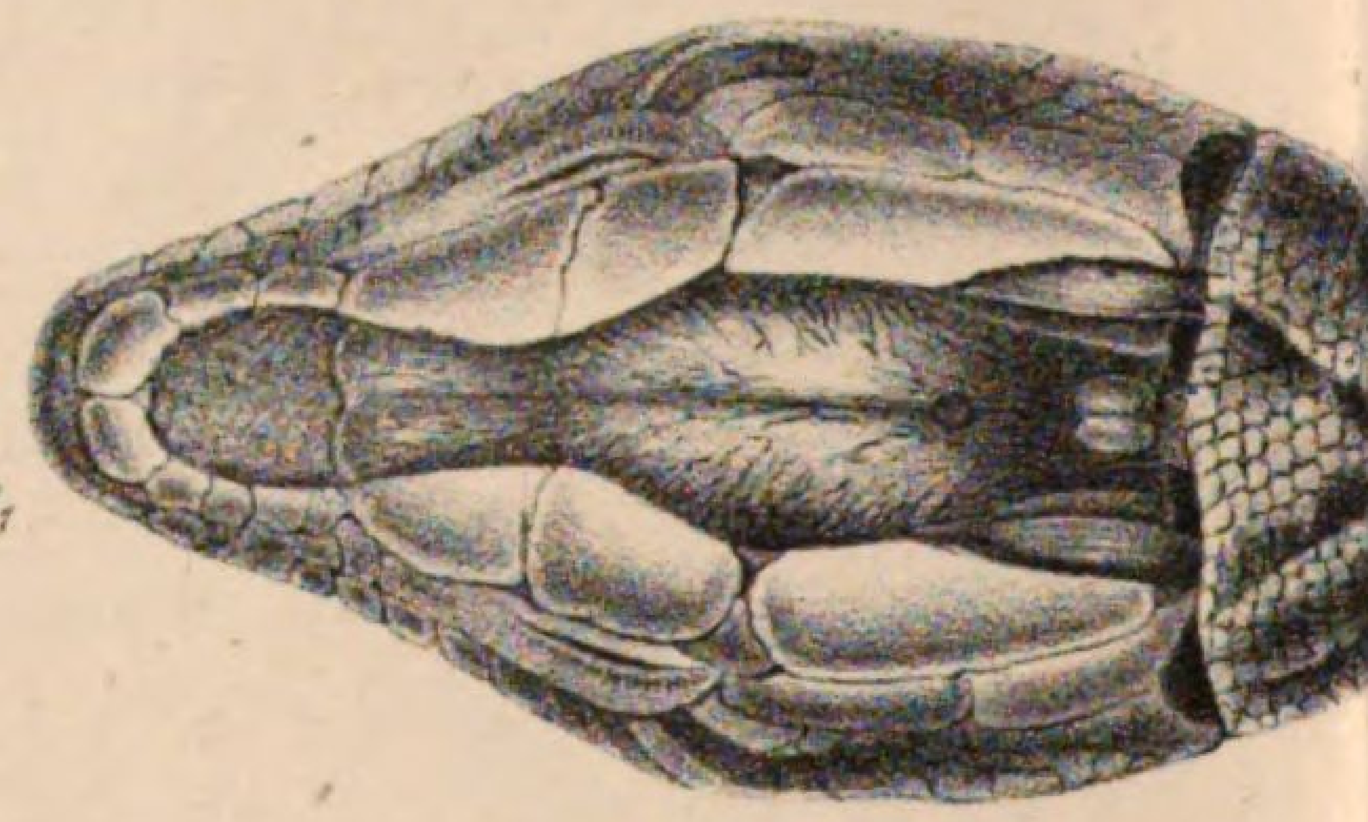
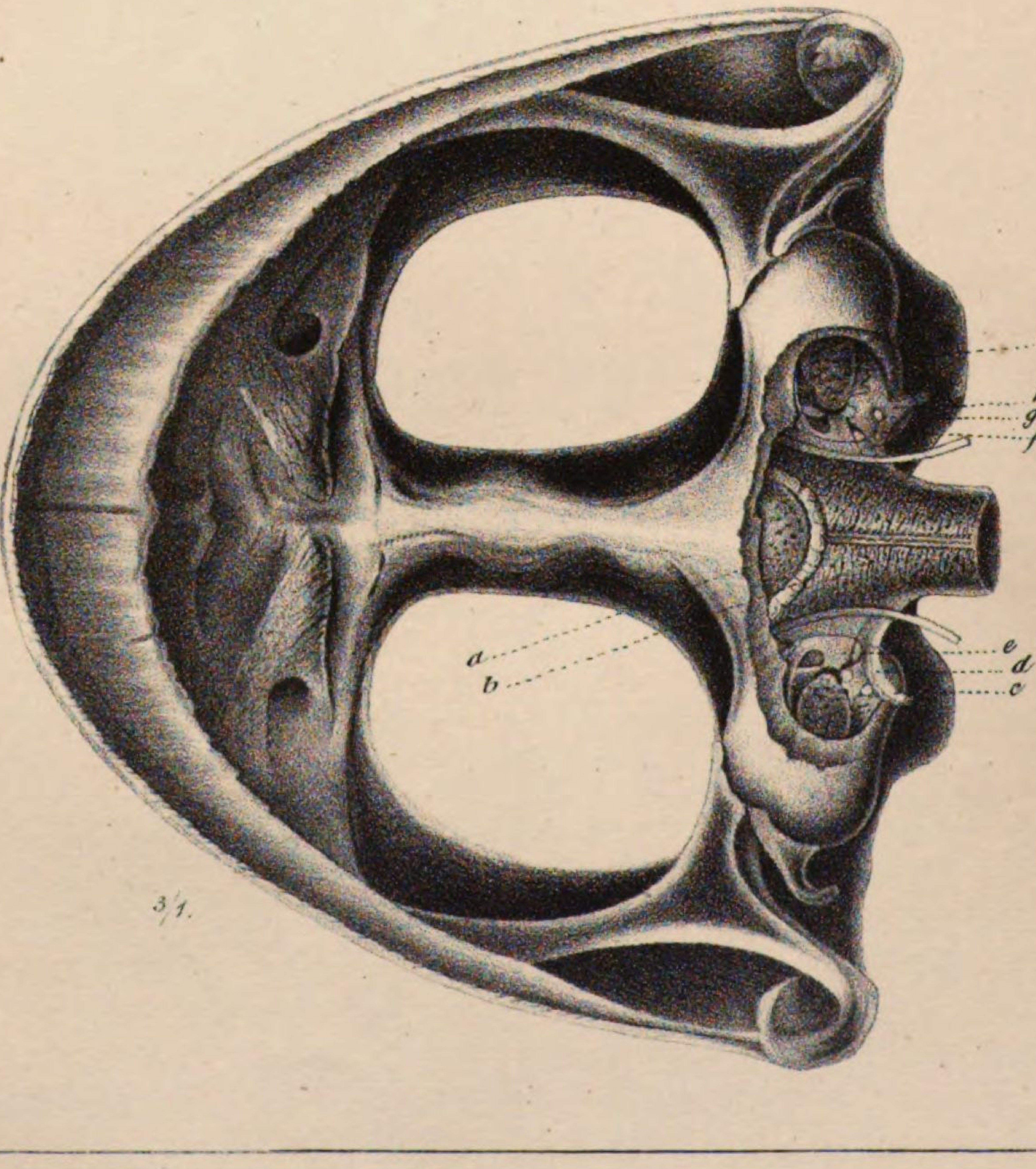
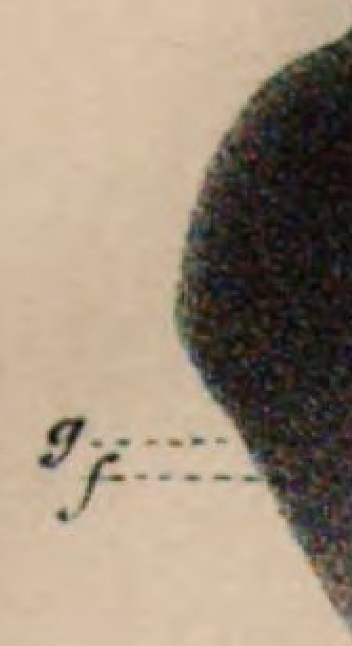


Fig. 6.





Rabus, del.

Fig. 8.

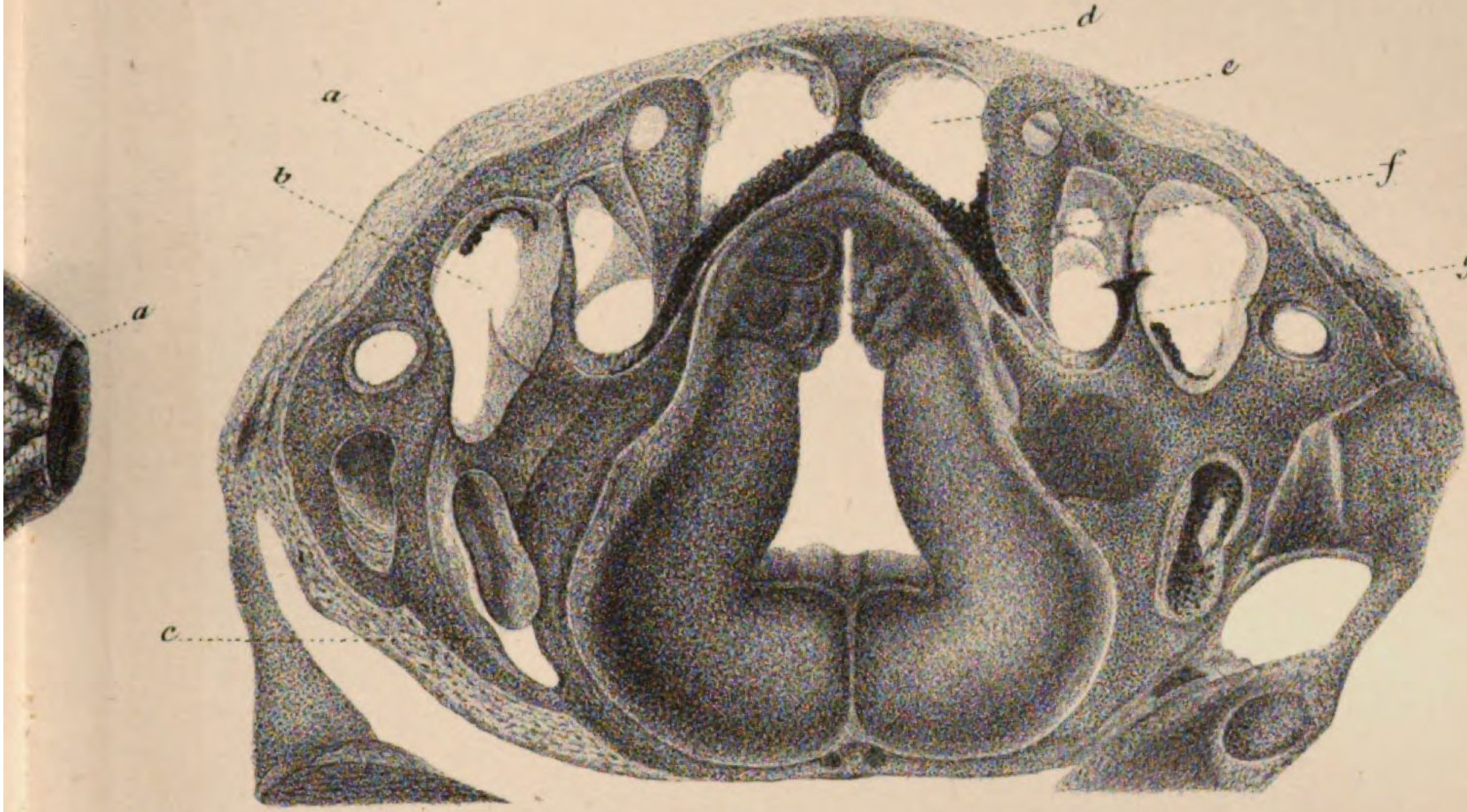


Fig. 1

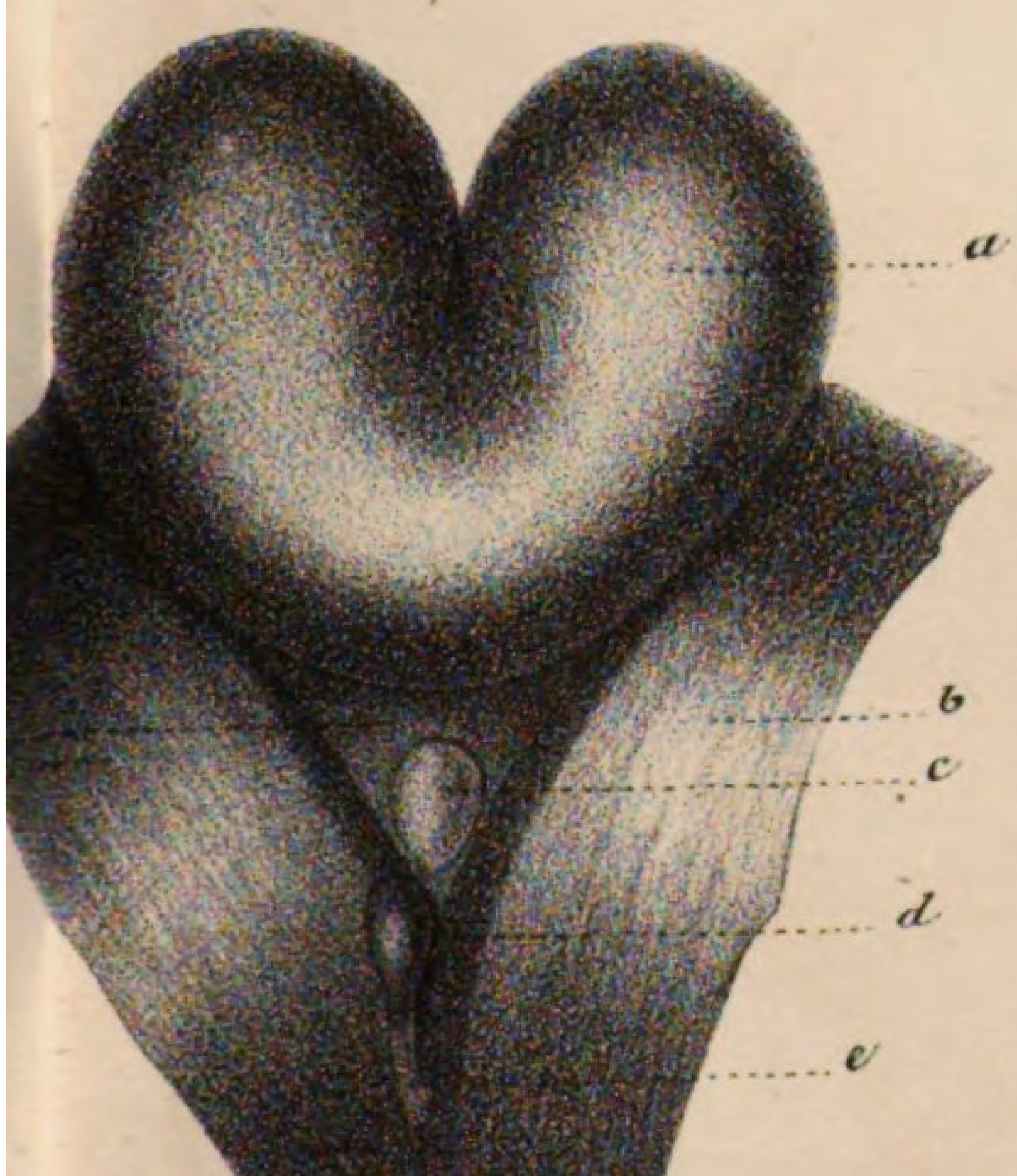
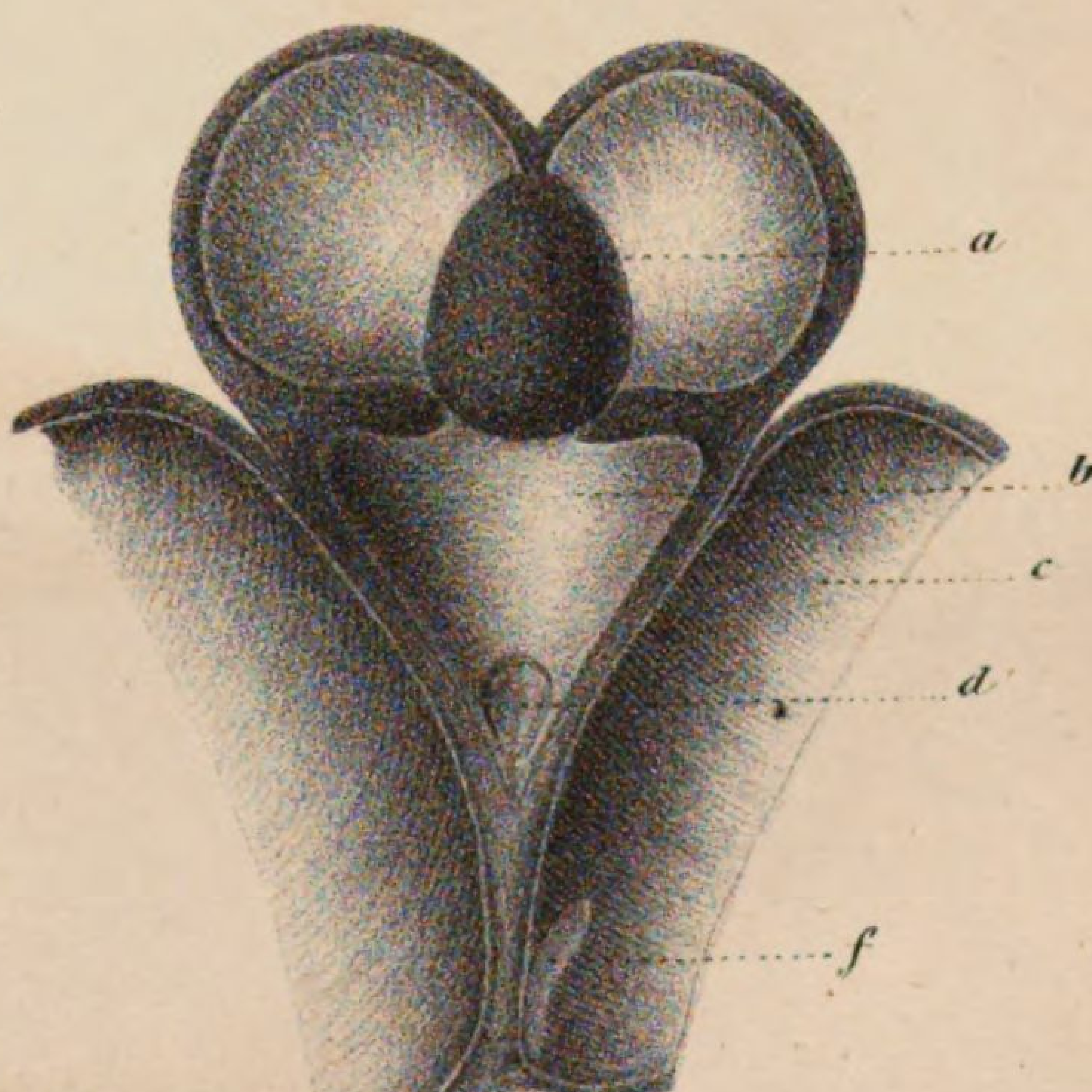


Fig. 2.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

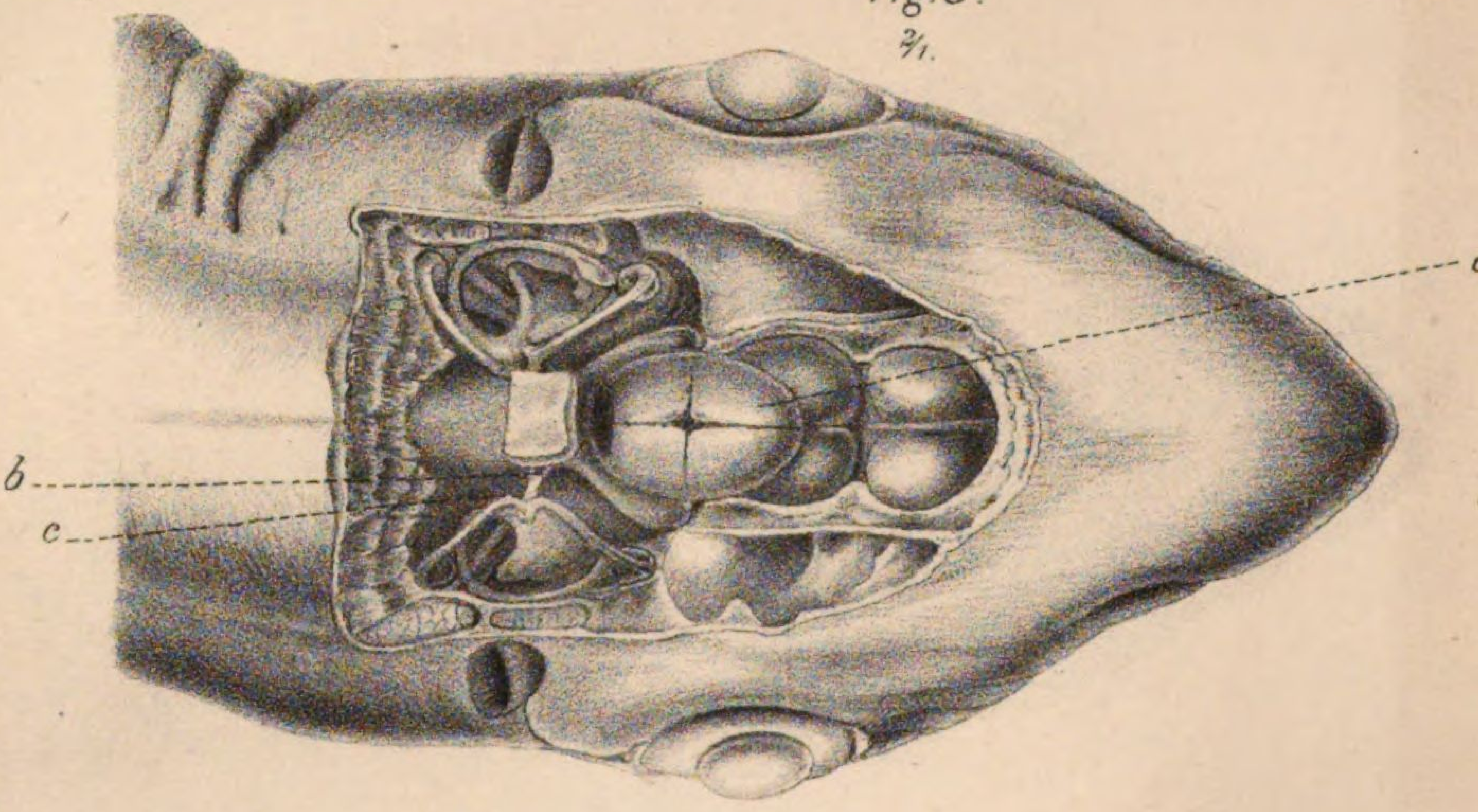


Fig. 3.
2/1.

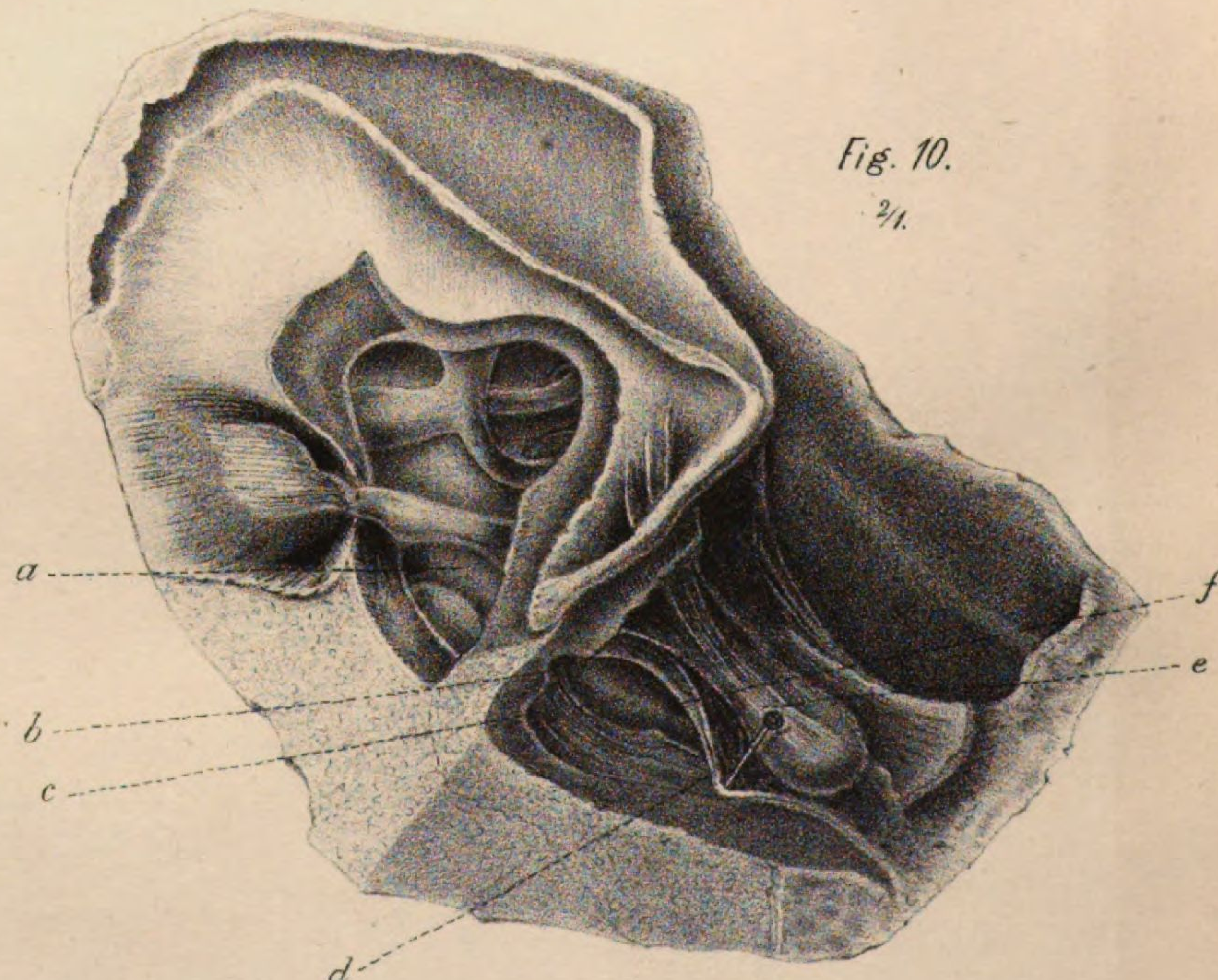


Fig. 10.
2/1.

Rabus del.

Fig. 5.
3/4.

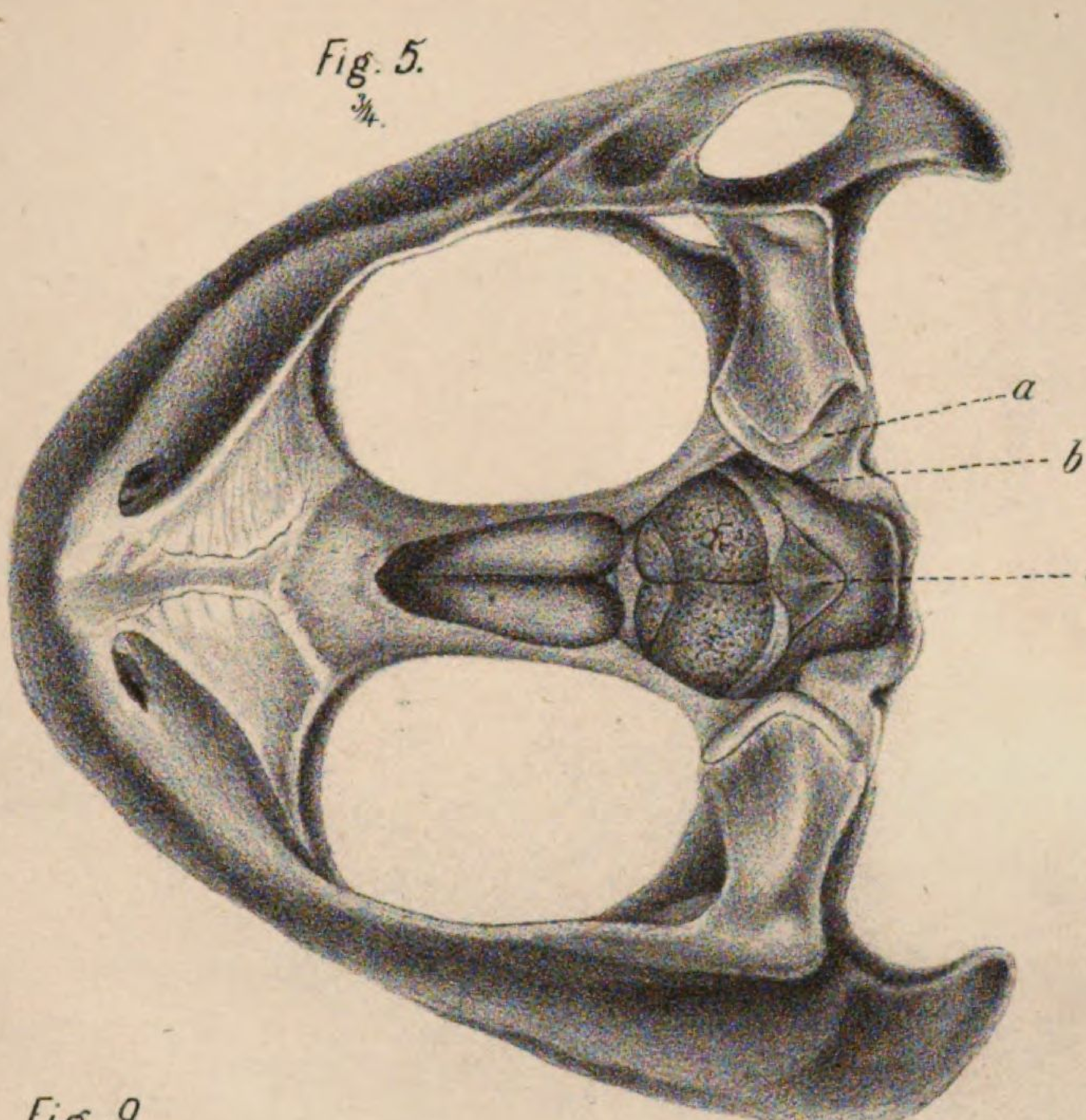
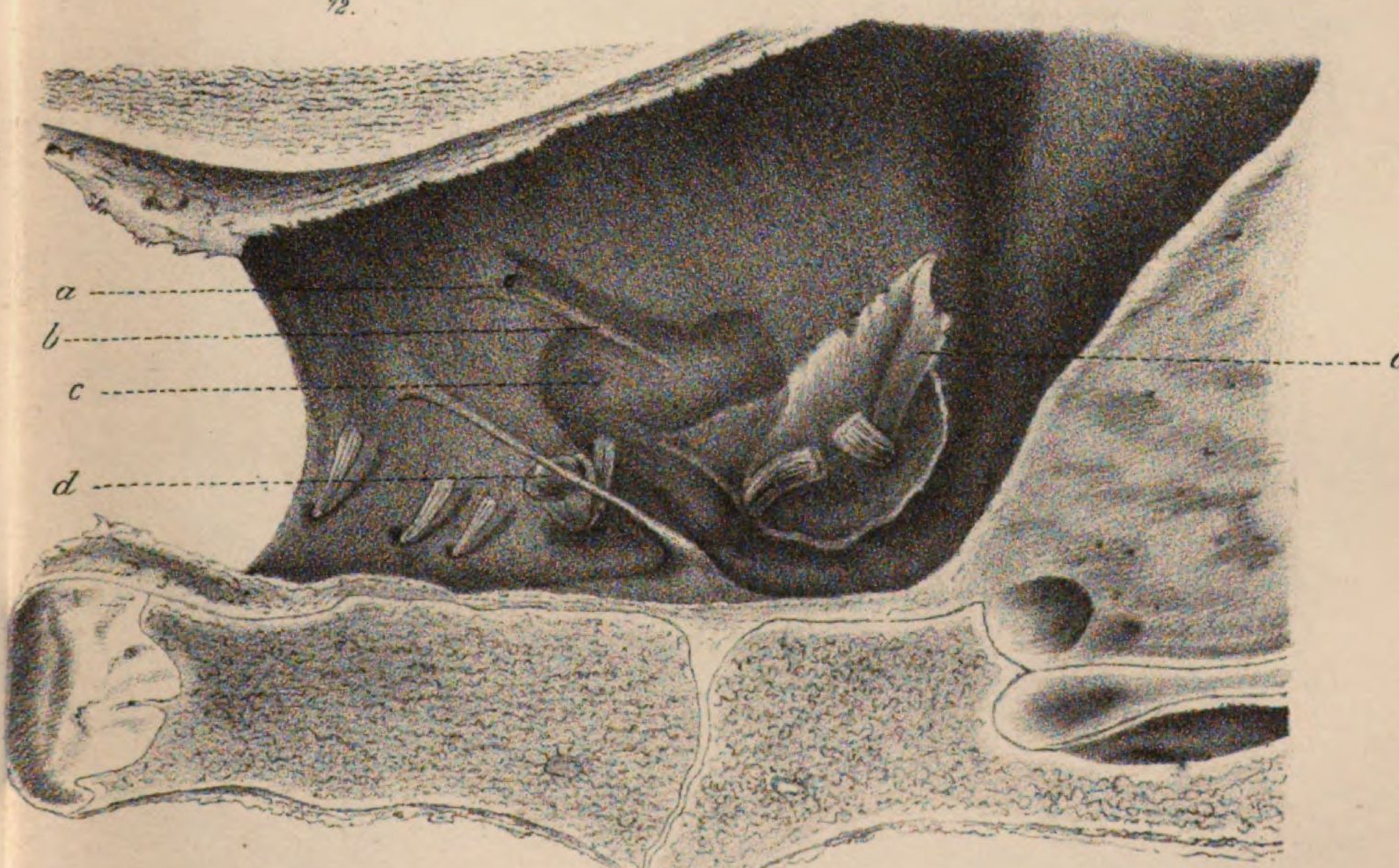


Fig. 9.
1/2.



Lith. Anst v. J. G. Bach, Leipzig.

DIE VERGLEICHENDE

MORPHOLOGIE UND HISTOLOGIE

DES

HÄUTIGEN GEHÖRORGANES

DER

WIRBELTHIERE

NEBST BEMERKUNGEN ZUR VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE

VON

Dr. C. HASSE,

PROSECTOR IN WÜRZBURG.

MIT ZWEI TAFELN.

SUPPLEMENT ZU DEN ANATOMISCHEN STUDIEN BAND I.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

In den Arbeiten, die theils von mir selbst, theils unter meiner Leitung von Anderen publicirt wurden, ist die vergleichende Morphologie des häutigen Gehörorgans der Wirbelthiere und bei den meisten auch die Histologie desselben auf das eingehendste behandelt; allein, wie das ja bei fortschreitenden Untersuchungen und in successive publicirten Abhandlungen nicht anders der Fall sein kann, die Fülle des Detail ist eine erdrückende, so dass es nur bei aufmerksamstem Lesen und unter der Voraussetzung eigener, eingehender Erfahrungen möglich ist, den rothen Faden, der sich durch das Ganze hinzieht, festzuhalten, das Unwichtige von dem Wichtigen zu scheiden, sich daraus ein Bild der wesentlichen Verhältnisse zu construiren und für die Physiologie und die Praxis wichtige Schlussfolgerungen zu ziehen. Dazu gesellt sich noch ein erschwerender Umstand. Bei immer weiter in der Thierreihe ausgedehnten Untersuchungen ist es begreiflich, dass manche Ansicht, die man bei den ersten Schritten auf diesem schwierigen Gebiete gewonnen und als fundamental hingestellt, im weiteren Verlaufe der Beobachtungen nicht unbedeutende Modificationen erfährt, dass das, was das eine Mal wichtig erschien, später als Beiwerk sich herausstellt. So glaube ich ist es mehr wie gerechtfertigt, jetzt, nachdem ich bis zu dem mir gesteckten Ziele gelangt, nachdem ich durch die gesammte Reihe der Wirbelthiere hindurch namentlich die Morphologie des Gehörorganes verfolgt und bei den meisten auch allseitige und eingehende histologische Darstellungen gegeben, so kurz als möglich die Summa der Erkenntniss zu geben, und das um so mehr, weil es bis auf den heutigen Tag an allgemeinen, eingehenden Darstellungen nicht blos dieses schwierigen Organes, sondern auch vieler anderer des Wirbelthierleibes fehlt, die natürlich nur auf einer gründlichen Kenntniss der Morphologie, Histologie und Entwicklungsgeschichte der Theile in allen Wirbelthierclassen, ja sogar in den einzelnen Familien beruhen können. Eine solche Kenntniss ist unerlässlich, um ein Fundament zu legen, etwas Bleibendes zu schaffen und sich über das Niveau eines Detailforschers zu erheben, der, mag er auch noch so geistreiche, blendende und schnell Eingang findende Theorien schaffen, die

sich an die Verhältnisse einzelner Thiere oder selbst einer einzelnen Thiergruppe knüpfen, dennoch gar leicht bei weiterer Erforschung der Formen genöthigt wird, das, was er eben mit Glanz vertheidigt, vor einer besseren, auf gründlicheren Studien beruhenden Erkenntniss fallen zu lassen. Es fehlt auf diesem Gebiete nicht an Darstellungen, die Anspruch auf eine vergleichende Anatomie des Gehörorgans erheben; allein sie entbehren eben der genügenden Grundlage, und wenn ich die klassischen Zeichnungen Ibsen's, die auf eine gleiche Darstellung schliessen lassen, und auf histologischem Gebiete die Angaben vor allem Hensen's und M. Schultze's, ausnehme, so haben sie alle mehr oder minder aus bereits angeführten Gründen einen ephemeren Werth.

Nach einer mehrjährigen, über alle Klassen und selbst über die meisten der einzelnen Familien ausgedehnten Untersuchung, die nach bestem Wissen und Gewissen angestellt ist, der aber noch Manches fehlt, um bis ins feinste Detail hinein zu befriedigen und den organischen Zusammenhang zu beweisen, glaube ich mich berechtigt, nachdem meine Erfahrungen auf einen einfachen Grundplan sowohl in morphologischer, als in histologischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung hingewiesen, und nachdem sie mir die einfachen Grundelemente gezeigt, denselben so kurz als möglich ebenso darzustellen, wie ich bereits in verschiedenen Arbeiten die accessorischen Apparate behandelt. Es ist ein Versuch, der, wie ich nach den bisherigen Arbeiten dargethan zu haben glaube, seine Berechtigung besitzt, und als Versuch bitte ich ihn zu behandeln und zu kritisiren. Glücklich wäre ich, sollte es einem anderen Forscher auf Grund ebenso eingehender Forschung gelingen, die Haltbarkeit oder Unhaltbarkeit meiner folgenden Auseinandersetzung nachzuweisen, es hätte dann doch ein kleines Kapitel der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere einen gewissen Abschluss erreicht, der, um der Morphologie des Menschen ein festes, wissenschaftliches Fundament zu geben, den meisten übrigen dringend zu wünschen wäre.

Ich sagte, es sei mir gelungen, einen Grundplan des Gehörorganes der Wirbelthiere, das Wesen des Baues desselben festzustellen. Dieser einfache Plan muss nun nach dem grossen in die Wissenschaft eingeführten Principe wenigstens annäherungsweise am meisten in der niedersten Wirbelthierclasse hervortreten und sich zugleich auf das strengste an die jüngsten Entwicklungsformen des Organes bei den Wirbelthieren überhaupt anschliessen; ja noch mehr, es lässt sich *a priori* voraussehen, dass diese Grundform sich auf das unmittelbarste an die der Evertebraten, seien es sämmtlicher oder solcher aus bestimmten Klassen, immer das Axiom der Continuität in der Thierreihe vorausgesetzt, anschliesst, und es muss, wenn anders die Grundlage der Beobachtungen richtig, ein für alle mit Gehörorganen versehenen Thiere gültiges Grundverhältniss sich

hinstellen lassen. Dazu wäre nun freilich eine eingehende und Alles umfassende Kenntniss des Baues des Gehörorgans der Wirbellosen nothwendig, aber leider sind die Beobachtungen auf diesem Gebiete so spärlich, dass darauf einstweilen verzichtet werden muss, allein so viel ist doch schon erreicht, dass es möglich ist, in gewissen Grundverhältnissen eine innige Verbindung zwischen Vertebraten und Evertebraten zu knüpfen, ja es liesse sich wohl gar die Grunderscheinung des Baues dieses wichtigen Sinnesorgans als eine Art Korrektiv bis jetzt gültiger Ansichten über den Bau desselben in bestimmten Klassen der Wirbellosen anwenden, um so mehr, wenn es sich dabei nicht um eine Aenderung thatsächlicher Beobachtungen, sondern um die Deutung derselben handelt. Darin liegt, im Anschlusse an die Anschauungen, die sich auf dem Gebiete unserer Wissenschaft in immer weiteren Kreisen geltend machen, der Werth vergleichend-anatomischer Studien und die Nothwendigkeit derselben, da dadurch allein ein Massstab für die Wichtigkeit und vor allen Dingen für die Richtigkeit der Deutung einzelner Beobachtungen gefunden werden kann, die sonst oftmals nur schätzbares Material, ohne weiteren höheren, als sogenannten historischen Werth sind. Es ist der schönste Lohn meiner mehrjährigen Studien auf diesem begrenzten Gebiete gewesen, dass es mir gelungen, auch hier eine Bestätigung der grossartigen Anschauungen Darwin's gefunden und damit die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass sie überall anwendbar oder besser gesagt, dass sie auf allen Gebieten der Forschung und namentlich auf dem der Anatomie die Grundlage und Richtschnur unserer Studien abgeben müssen, so lange bis man sich an irgend einem Punkte von der absoluten Unmöglichkeit ihrer Anwendbarkeit überzeugt, womit dann allerdings ein neuer, grossartiger Wendepunkt unseres Wissens gegeben wäre. Ist nun die Richtigkeit der Ansicht von der Continuität in der Thierreihe, der successiven Entwicklung und Umbildung von den niedersten, einfachsten zu den höchsten Formen, ohne weiteres Hinzutreten neuer, wesentlicher Elemente auf diesem Gebiete bewiesen, so berechtigt mich dies, untergeordnete Lücken meiner Darstellung selbst ohne eigene, eingehendere Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade auszufüllen, ja sogar eine Kritik bestehender Ansichten zu üben, deren Grundlage speciellere, aber nur auf ein Individuum beschränkte Studien bilden, und so die histologischen Grundverhältnisse der menschlichen Schnecke, namentlich des *organon Corti* vom vergleichenden Standpunkte aus zu schildern. Ich bin mir da sehr wohl meiner schwierigen Stellung geachteten Forschern gegenüber bewusst, allein es geschieht auch nur in der Absicht, eine strenge, wissenschaftliche Kritik meiner eigenen Anschauungen zu provociren, eine Kritik, die sich nicht allein auf die Beobachtungen an

diesem einen Theile stützen darf, sondern als Grundlage die vergleichende Anatomie des Gesammtorganes haben muss.

Bevor ich nun weiter gehe, möchte ich bemerken, wie ich es bereits angedeutet, dass im Folgenden manche Ansicht niedergelegt sein wird, die mit früher geäusserten in Widerspruch steht, allein dieselbe beruht auf weiterer, eigener Forschung, deren Resultate ich an dieser Stelle einfüge, da ich mich scheue, denselben eigene Arbeiten zu widmen, und so bietet die Darstellung nicht einen einfachen, summarischen Rückblick auf das bisher Beobachtete, sondern manche neu eingeflochtene Beobachtung. Gehe ich dabei nicht ausführlich auf herrschende Controversen ein, so geschieht dies im Interesse der Kürze und Klarheit der Darstellung, und nur, wo es sich um principiell wichtige Sachen handelt, werde ich etwaige abweichende Ansichten eingehender behandeln.

Ich deutete schon vorhin an, dass es nach unseren bisherigen Kenntnissen des Gehörorganes der Evertebraten nicht möglich sei, mit vollkommener Sicherheit einen Grundplan für den Bau desselben aufzustellen und das um so weniger, weil die Entwicklungsverhältnisse desselben in den meisten Fällen in absolutes Dunkel gehüllt sind. Es ist somit auch nicht möglich, eine für alle Thiere gültige Grundform, ein ideales, einfaches Gehörorgan zu construiren, das durchaus nicht allein in den niedrigsten Klassen vorhanden zu sein braucht, sondern neben sehr entwickelten Formen auch recht gut in höher stehenden Classen existiren kann. Es muss aber am nächsten bei den niedersten Thierformen verwirklicht sein und in der Thierreihe allmählig von den niedersten bis zu den höchsten immer mehr Complicationen durch accessorische Theile erfahren. Immerhin möchte es wohl auf Grund der ausgezeichneten Untersuchungen von HENSEN [1]) bei den Medusen (*Eucope*), von KUPFFER [2]) und KOWALEWSKY [3]) bei den Ascidien, von M. SCHULTZE, LEYDIG, CLAPAREDE [4]), KEFERSTEIN [5]) bei den Würmern, von HENSEN [6]) und LEYDIG [7]) bei den Arthropoden, von LEYDIG [8]), OWSJANNIKOW, KOWALEWSKY [9]) und BOLL [10]) bei den Mollusken (*Heteropoden, Pteropoden, Gastropoden* und *Cephalopoden*) gestattet sein, nach den Erfahrungen bei den Wirbelthieren

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.
2) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6.
3) Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 7.
4) Beobachtungen.
5) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII.
6) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII.
7) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.
8) Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.
9) Mémoires de l'académie de St. Petersbourg. 1867.
10) Archiv für mikroskopische Anatomie. Supplement, 1869.

wenigstens den Versuch zu machen, die Entwicklung dieses wichtigen Sinnesorganes auch in dieser grossen Abtheilung des Thierreiches und namentlich bei denen, die den Wirbelthieren am nächsten stehen, zu verfolgen und das Wesentliche hervorzuheben.

Als einfachste Form des Gehörorganes wäre wohl eine an der Körperoberfläche befindliche, mit einem oder mehreren cuticularen, starren, nur durch Schallwellen erregbaren, frei in das den Körper umgebende Medium ragenden Härchen versehene Zelle zu denken, an deren centrales Ende eine von einer Ganglienzelle ausgehende Nervenfaser träte, die dann entweder, wie mir am wahrscheinlichsten, durch das Innere der Zelle, oder über die Oberfläche derselben bis an die Basis des Haares oder der Härchen, vielleicht unter Theilung verliefe und hier mit einem leicht veränderlichen Körperchen ende. Ein solcher Endapparat könnte natürlich nur bei solchen Thieren vorkommen, deren Leib überhaupt schon in Zellen und Zellengruppen mit verschiedenen Funktionen zerfiele, wäre also jedenfalls nicht im Reiche der *Protozoën* zu suchen, wohl aber wäre die Möglichkeit eines solchen bei der nächstfolgenden Classe, den *Coelenteraten*, vorhanden. Es ist nun freilich wahrscheinlich, dass, wenn einmal eine solche organologische Differenzirung eintritt, nicht ein solcher zelliger Endapparat, sondern mehrere solche an irgend einer Stelle der Körperoberfläche sich finden und dann möglicherweise, obgleich es nicht absolut nothwendig, in der Art, dass durch zwischengelagerte, indifferente Zellgebilde, an die keine Nerven herantreten, die einzelnen Gehörapparate von einander getrennt werden, und wenn das der Fall, so haben wir damit eine Form, die der der Wirbelthiere viel näher steht, als eine, die keine solche Isolationszellen aufweist. Ob nun solche einfache Apparate wirklich in der Gruppe der *Coelenteraten* vorhanden sind, darüber liegen meines Wissens keine positiven Beobachtungen vor. Von vorne herein unwahrscheinlich ist es nicht, da nach Hensen feine Gehörhaare bei den *Decapoden* an der Körperoberfläche vorkommen. Sie könnten aber wohl nur in solchen Familien vorkommen, deren Aufenthalt sie vor starken Eingriffen des umgebenden Medium auf ihre Körperoberfläche schützte, da wir kaum eine unbeschränkte und schnelle Regenerationsfähigkeit der Neuroepithelien annehmen können. Bei Thieren dagegen, bei denen die immerhin zarten Nervenendapparate auf der Körperoberfläche äusserer Gewalteinwirkung ausgesetzt wären, müssten Schutzmittel gebildet werden, und ein solcher Schutz würde auf die einfachste Weise dadurch zu Stande kommen, dass die Nervenendapparate eventuell mit den isolirenden Zellen sich in eine Einsenkung des äusseren Integumentes legen, eine Einsenkung, die dann in der niedersten Form durch eine mehr oder minder weite Oeffnung mit der Aussenfläche communicirt oder bei höheren Formen zu einem mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen abge-

schlossen sein kann, in dessen Grunde dann die Neuroepithelien zu suchen, während es im Uebrigen von indifferenten Zellmassen ausgekleidet wäre. Solche Bläschen treffen wir unter den *Coelenteraten* zum ersten Male bei den Medusen als Randkörper, und wir sehen dann in demselben Augenblicke, wo die Endapparate des *acusticus* aus dem Bereiche des Mediums treten, so dass die Schallwellen erst auf indirektem Wege durch die Flüssigkeit des Bläschens zu ihnen gelangen können, in dieser neue Elemente auftreten, Kalkkrystalle, die möglicherweise zur Schallverstärkung dienend frei suspendirt gehalten werden, und zwar bei der einen Form, wie es scheint, ausschliesslich durch die Haare der Neuroepithelien, bei der anderen (*Cydippe*) durch die Wimpern von Flimmerzellen, die nichts mit dem Acusticusepithel zu thun haben, sondern als indifferente Zellbekleidung anzusehen sind. Dieses Verhältniss ist mit Bezug auf alsbald zu schildernde Verhältnisse im höchsten Grade interessant. Die erste Form möchte sich wohl in die Classe der *Arthropoden* fortsetzen und dort weitere Entwicklung erfahren, während die zweite durch die Reihe der übrigen Evertebraten hindurch ihre Fortsetzung gegen die Wirbelthiere hin findet. Die Wimperbewegung könnte dann auch vielleicht, abgesehen von den Schwingungen der Kalkkrystalle, ein beförderndes Moment für die Erneuerung der im Bläschen eingeschlossenen Flüssigkeit, der Endolymphe sein.

So haben wir denn, wie auch schon Gegenbaur in seiner vergleichenden Anatomie hervorgehoben, einen Fortschritt von an der Körperoberfläche befindlichen Acusticuszellen zu solchen, die sich in einer mehr oder minder an der Oberfläche offen stehenden Einsenkung oder in einem mit Flüssigkeit und Kalkkrystallen gefüllten Bläschen befinden. Was nun die Würmer betrifft, zu denen ja die durch Kupffer's und Kowalewsky's Untersuchungen so ausserordentlich interessant gewordenen *Ascidien* von manchen Forschern gerechnet werden, welche mit Wahrscheinlichkeit den Stammbaum der Wirbelthiere in dieser Classe, die sich weiter gegen die Mollusken hin fortsetzt, erkennen lassen, so müssen diese ja mit den Mollusken unser ganz besonderes Interesse erregen. Auch bei ihnen haben wir ein mit Flüssigkeit und einen oder mehreren Otolithen gefülltes, geschlossenes Bläschen, dessen Wandung ebenfalls mit Wimperepithelien versehen sein kann, welche wie bei bestimmten *Coelenteraten* die Kalkmasse in Bewegung setzen, allein, während bei diesen das Bläschen an den verschiedensten Stellen der Körperoberfläche wie bei den *Arthropoden* vorkommen kann, so sehen wir dasselbe bei den *Vermes* den Gehirnganglien angelagert oder wenigstens in der unmittelbarsten Nähe derselben befindlich, somit also an einer Körperstelle, die bei den höchsten Formen dem Kopfende entspricht. Hat man nun auch hier nicht die mit Gehörhaaren versehenen Neuroepithelien gefunden

und das Verhalten derselben zum Otolithen einerseits, andererseits zum Nerven bis ins Detail verfolgt, so halte ich mich doch überzeugt, dass auch hier eine Gruppe solcher vorkommt, sei es dass dieselben neben einander gelagert sind, oder dass sie durch indifferente Zellmassen, die immerhin wimpernde Haare tragen können, isolirt werden. Mögen nun auch ausserdem bei bestimmten Familien solche an der freien Oberfläche des Körpers oder in einfachen Einsenkungen, die mehr oder minder an der freien Oberfläche offen stehen, vorhanden sein, immerhin ist bei den meisten Formen in der Lagerung am Kopfende ein Fortschritt gegenüber denjenigen Coelenteratenformen, aus denen sie sich fortgebildet, gegeben.

Dasselbe gilt für die Mollusken, bei denen unsere Kenntniss so weit vorgeschritten, dass es nicht unschwer gelingt, unmittelbar an die Verhältnisse bei den Wirbelthieren anzuknüpfen; Dank den Forschungen von Leydig, Kowalewsky, Owsjannikow und Boll. Bei den meisten Familien dieser Classe sehen wir, wie bei vielen Würmern und bei den Wirbelthieren das Gehörorgan hinter dem Auge an dem Kopfende gelagert und nur bei einigen *Lamellibranchiaten* findet es sich am Fussganglion. Es ist eine Blase, die bei den *Cephalopoden* wie bei den *Cyclostomen* in eine Knorpelkapsel, die dem Kopfknorpel angehört, eingeschlossen ist, die dann aber, da sie sich an der Unterseite des Kopfknorpels befindet, innen von dem Nerven durchbrochen wird. Innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens findet sich ein Otolith oder eine Otolithenmasse frei suspendirt, die wie die Flüssigkeit bei den meisten continuirlich sich bewegt. Die Blase besteht bei allen aus einer gesonderten, bindegewebigen Wand und einem dieselbe überziehenden Epithel.

Wenn wir nun zunächst die *Gastropoden* in Betracht ziehen, so sind mir vor allem die Schilderungen Leydig's und seine Zeichnungen von hohem Werthe. An den Figuren von *Helix pomatia*, *Helix obvoluta*, *Paludina vivipara* und *impuna* zeichnet er aufs Deutlichste an einer beschränkten Stelle der Wandung eine Erhebung des Epithels in gleicher Weise, wie sie uns bei den Wirbelthieren als *macula acustica* aufstösst und innerhalb derselben grosskernige Zellen, die, wie er sagt, spindelförmig sind und fügt dann weiterhin bei, es schiene, als ob zwischen den Wimpern, die ausserordentlich fein dem grössten Theile der auskleidenden Zellen angehören und die Flüssigkeit und somit den Otolithen in Bewegung setzen, starre Borsten sich fänden, die mit den grosskernigen Zellen in Verbindung zu bringen wären, so dass sich also an dieser Stelle das Epithel in borstentragende Sinneszellen und zwischengelagerte, flimmernde Isolationszellen gliedert. Diese Beobachtung erscheint mir von ungemeiner Wichtigkeit und ich zweifle keinen Augenblick daran, dass bei eingehenderer Untersuchung dieselbe bestätigt wird und dass wir somit in der That eine *macula acustica* mit Acusticuszellen und umgebenden

indifferenten Epithelzellen, die die einzelnen Nervenendapparate zu isoliren vermögen, haben. Die Zeichnungen Leydig's von *Succinea amphibia* und *Helix hortensis*, ferner die Boll's, namentlich von *Neritina fluviatilis* stehen dem nicht entgegen, da hier die Epithelien überhaupt nicht deutlich in ihrer Zusammensetzung erscheinen.

Für die *Heteropoden*, bei denen sich das Gehörorgan nicht am Fussganglion findet, sondern hinter dem Auge am Gehirn gelagert erscheint, sind die Angaben Leydig's [1]) und Boll's von grossem Werthe. Boll giebt von *Pterotrachea* eine charakteristische Abbildung. Das mit Flüssigkeit gefüllte, rundliche, aus einer Bindegewebsmasse bestehende Bläschen zeigt in seinem Inneren einen runden Otolithen, der wie die Flüssigkeit durch einen Theil des Epithels in Bewegung gesetzt wird. Dieses zeigt eine sehr wunderbare Bildung, tritt aber nicht, wie ich mit Leydig glaube, aus der Kategorie der Wimperzellen heraus. Das auskleidende Epithel lässt sich nämlich in zwei Kategorien scheiden, ein Acusticusepithel, das zu einer *macula acustica* angehäuft ist, und eine indifferente, den übrigen Theil der Gehörblase auskleidende Zelllage, die aus niedrigen Pflasterzellen besteht, welche, je näher wir der *macula acustica* kommen, wie bei allen Wirbelthieren immer höher und cylindrisch werden. Diese Zellmasse ist im höchsten Grade interessant, weil sie nicht in der ganzen Ausdehnung aus Flimmerzellen besteht, sondern grösstentheils von einfachen Pflasterzellen gebildet wird. Nur in bestimmten Abständen trifft man Zellen, die einen Wald von in bestimmten Zeiträumen schwingenden Flimmerhaaren zeigen. Von diesen hat Boll nachgewiesen, dass an sie feine Nervenfädchen herantreten, und das wurde für ihn die Veranlassung, entgegen den Ansichten früherer Forscher, dieses Epithel als ein Sinnesepithel in Anspruch zu nehmen. Was dagegen die *macula acustica* betrifft, deren Zellconstituenten er nicht näher zu zergliedern vermochte, so gelang es ihm, hier und da steife, aber nicht schwingende Haare über die Oberfläche hinausragen zu sehen, Haare, die gerade durch ihre Unbeweglichkeit von vorne herein den Verdacht erwecken, dass man es mit einem Endapparate des Hörnerven zu thun hat. Nimmt man noch hinzu, dass er das Epithel leicht veränderlich gefunden, beobachtet man dann ferner das Aussehen der *macula acustica*, das Höherwerden der indifferenten Pflasterzellen, so glaube ich bestimmt, dass kommende Forschungen hier haartragende Hörzellen, möglicherweise unterbrochen durch Isolationszellen, nachweisen werden; Hörzellen, zu denen die Endfasern des *acusticus* treten, um gegen die Basis der nur durch Schallwellen erregbaren Haare zu verlaufen. Die Nervenfasern werden Ganglienzellen entstammen und erst durch deren Vermittlung

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III.

sich mit den Centralorganen des Hörens verbinden. Ich trage grosses Bedenken, mit Boll anzunehmen, dass die mit Nerven in Verbindung stehenden Pflasterepithelien mit schwingenden Haaren als Acusticusepithel anzusehen sind, und schliesse mich der Ansicht älterer Autoren, dass wir es mit Flimmerzellen zu thun haben, aus mehreren Gründen an. Einmal schwingen die Haare der Gehörzellen niemals spontan, sondern nur auf Grund von Schallwellen, wie Hensen das experimentell bei *Arthropoden* nachgewiesen, und dann ist es durchaus kein Beweis für die Natur eines Endapparates des Hörnerven, dass Zellen mit schwingenden Haaren mit Nerven in Verbindung stehen, die in der Bahn des *acusticus* verlaufen. Die Untersuchungen von Ketel über das Gehörorgan von *Petromyzon* haben ja gelehrt, dass aller Wahrscheinlichkeit nach der mit dem *nervus acusticus* verlaufende *facialis*, der gleichsam ringförmig um die mit einem exquisiten Flimmerepithel versehenen Vestibularsäckchen verläuft und dabei immer mehr an Stärke verliert, in das Innere hinein Fasern abgiebt, die dann zu den Flimmerzellen als einziges charakteristisches Element verlaufen müssen, so dass also die Flimmerbewegung unter dem Einflusse der Nerven stehen würde. Positive Beobachtungen für den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Flimmerzellen hat er damals nicht beibringen können, allein es bleibt kaum eine andere Möglichkeit übrig und es sprechen dafür gerade die Beobachtungen Boll's und ferner der Umstand, dass bei Thieren, deren Schleimhaut auf ausgedehnten Strecken Flimmerepithel trägt, diese einen grossen Reichthum an Nerven besitzt. Ich zweifle nicht daran und ich hoffe, in Zukunft positiv beweisen zu können, dass, wo Flimmerzellen vorhanden, dieselben mit Nerven in Verbindung stehen, und wenn solche wie bei den Evertebraten und bei *Petromyzon* in der Bahn der Gehörnerven verlaufen, so sind sie doch von ihm gesondert und als besondere Cerebralnerven anzusehen, die sich bei *Petromyzon* gleichsam zum *Facialis* gruppiren, und das Epithel ist nicht so ohne Weiteres als Gehörepithel aufzufassen. Dieses ausgedehnte Vorkommen des Wimperepithels neben den Gehörzellen bei bestimmten Arten der *Coelenteraten*, der *Vermes*, den *Gastro- Ptero-* und *Heteropoden*, das bei vollkommen oder unvollkommen geschlossenen Gehörbläschen auftritt, ist um so interessanter, weil durch dasselbe Vertebraten und Evertebraten mit einander verknüpft werden, da wir ja bei *Petromyzon* als einzigen Repräsentanten einer sonst ganz nach dem Wirbelthiertypus gebauten Gehörblase solche Zellen in ungemeiner Ausdehnung auftreten sehen und zwar gerade in dem Theile, der das Ursprüngliche vom Gehörorgane ist, im *vestibulum*. Ich meine, schon allein dieser Umstand gestattet einen Schluss auf die Natur des Gehörepithels der Wirbellosen, das beim Vorhandensein eines Bläschens oder einer Einsenkung der äusseren Haut, die einem niederen Entwicklungsstadium entspricht, zu einer einzigen

macula acustica gruppirt ist, die dann entweder im Niveau der umgebenden, indifferenten Epithelien liegt, oder sich vermöge der ausgeprägten Cylindergestalt der wesentlichen Elemente über die Ebene derselben erhebt, immer aber wohl nur einen Theil der Wandung des Bläschens oder der Einsenkung einnimmt. Somit wird der Stammbaum von *Petromyzon* bis zu den Würmern hinunterreichen oder in der Classe der Mollusken zu suchen sein und zwar bei denjenigen Thieren, deren Gehörbläschen neben der Gruppe des Gehörepithels ein ausgedehntes Flimmerepithel trägt.

Betrachten wir nun die *Cephalopoden* etwas näher, über die wir durch die schönen Untersuchungen von Kowalewsky und Owsjannikow und von Boll aufgeklärt sind, so glaube ich auch bei ihnen gute Anhaltspunkte für den Zusammenhang zwischen Vertebraten und Evertebraten zu haben und bessere vielleicht, als es bei den soeben behandelten Mollusken der Fall. Abgesehen davon, dass wir bei diesen Thieren das Gehörbläschen wie bei den *Cyclostomen* von einer Knorpelkapsel umgeben finden, die, wenn auch nicht derjenigen der Rundmäuler homolog, so doch wenigstens analog ist, und abgesehen davon, dass auch hier das Gehörorgan hinter dem Auge befindlich sich bildet, so sehen wir bei ihnen zum ersten Male, so weit man weiss, eine Vertheilung der Endapparate des *acusticus* in zwei Gruppen. Sie stehen nicht über das ganze Gehörbläschen zerstreut, auch nicht zu einer einfachen *macula* gruppirt, sondern ausser dieser befindet sich, wie die Forscher dargethan, eine von ihnen so genannte *crista acustica*, die bandartig um die Wand des Bläschens zieht. Die Lage derselben scheint mir im höchsten Grade interessant. Die *papilla* oder *macula* befindet sich am Eintritt des Gehörnerven, oben innen am Bläschen, dagegen die Leiste mehr nach unten und vorne. Denkt man sich nun, unter der Voraussetzung, dass, wie wahrscheinlich, der Gang der Entwicklung des Gehörbläschens als eine Einsenkung des äusseren Integumentes derselbe wie bei den Wirbelthieren, dass die Gehörkapsel, die bei den *Cephalopoden* abwärts vom Kopfknorpel liegt, mit ihrem äusseren Theile aufwärts gedreht und gegen die Seitenfläche desselben hin gedrängt würde, gleich wie bei den *Cyclostomen* die Gehörkapsel an der Seite des Schädels befindlich, so würde der Nerv an den unteren inneren Theil des Gehörbläschens treten und somit die *macula* sich ebenfalls hier befinden, während dagegen die *crista* nach oben aussen läge. Denkt man sich dann das Bläschen im Centrum durchbrochen, so müsste die mehr in der Mitte desselben verlaufende Leiste zweigetheilt werden, in eine vordere und hintere Hälfte sich scheiden, und man hätte dann gerade wie bei *Myxine glutinosa* eine nach unten innen gelegene *macula*, eine vordere und hintere *crista acustica*. Ich will auf diese rein morphologischen Betrachtungen, so nahe sie mir gelegen haben, keinen so grossen Werth

mit Bezug auf den Zusammenhang zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren legen, namentlich schon deswegen nicht, weil Kopfknorpel und Gehörkapsel nicht mit dem Schädel und der Gehörkapsel der *Cyclostomen* in Zusammenhang zu bringen sind, wohl aber auf die Verhältnisse der Epithelien des Gehörbläschens, die mit denen der *Myxine* und weiter mit den Grundverhältnissen der übrigen Wirbelthiere übereinstimmen. Die Wand des Gehörbläschens ist mit Ausnahme der *macula* und *crista acustica* mit einem niedrigen, indifferenten, nicht flimmernden Epithel bedeckt und was dann die beiden vorhin genannten Theile betrifft, so haben Kowalewsky, Owsjannikow und Boll übereinstimmend dieselben aus haartragenden Cylinderzellen zusammengesetzt gefunden, an die die Fasern des *acusticus* herantreten, und zwischen ihnen andere Zellelemente, die nichts mit Nerven zu schaffen haben. Wenn man dann das Flächenbild des Epithels von *Octopus* betrachtet, welches Boll Taf. III. Fig. 51. gezeichnet, und mit meiner Fig. 35. Taf. XXIII vergleicht, so wird, denke ich, die grosse Uebereinstimmung auf den ersten Blick einleuchten, wie auch die Querschnittsbilder, die ich von den Fischen gegeben, die schönste Uebereinstimmung in der Form der Zellen zeigen (Taf. XIX. Fig. 16.). Ein weiteres für den Zusammenhang mit den Wirbelthieren sprechendes Verhalten ist das der Otolithen oder nach Boll der Otolithenmasse. Diese ruht, wie bei sämmtlichen Vertebraten auf der *macula acustica*, anstatt in der Flüssigkeit, die der Endolymphe der Wirbelthiere entspricht, suspendirt zu sein. Wenn nun auch das histologische Verhalten des Otolithen nicht festgestellt ist, so möchte ich doch auf einen Punkt aufmerksam machen, der mir für die complicirte Struktur desselben zu sprechen scheint, namentlich auch dafür, dass er wie bei den Wirbelthieren eine Otolithensackmembran besitzt, in die die Gehörhärchen hineinragen, und das ist der Umstand, dass, wie Boll bemerkt, beim Abheben des Otolithen ein Theil desselben oberhalb der *macula* zurückbleibt. Das könnte nicht geschehen, wenn er nicht ähnlich wie bei den Wirbelthieren durch ein Bindemittel mit dem Epithel verbunden wäre, und es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass das eine cuticulare Hülle, eine an der Maculafläche verdickte Otolithensackmembran ist. Ist eine solche vorhanden, so würde dies auf die Entwicklungsgeschichte der Otolithen ein weiteres Licht werfen. Man muss wohl annehmen, dass derselbe, wenn er frei suspendirt, aus einer eiweissartigen Flüssigkeit herauskrystallisirt, die von den indifferenten Zellen des Gehörbläschens abgesondert, dasselbe ursprünglich erfüllt. Bei den *Cephalopoden* würde dann aber eine Bildungsweise wie bei den Vertebraten vorhanden sein. Nur der Theil der indifferenten Zellmasse, die in der Umgebung der *macula* oder *crista acustica* liegt und in diesen als Isolationszellen oder Zahnzellen, wie ich sie auch genannt, die einzelnen

Nervenendapparate trennt, sondert eine Masse ab, die der *macula* oder *crista* aufliegt, ohne den ganzen Binnenraum der Gehörblase zu erfüllen und in deren Inneren dann das Herauskrystallisiren der Kalkmasse vor sich geht. Was also bei anderen Evertebraten auf die Zellen des ganzen Raumes vertheilt, wäre hier nur eine Funktion weniger Zellen, die sich auch gegenüber den übrigen indifferenten durch ihre grössere Höhe auszeichnen. Die Isolationszellen und die Zellen in der Umgebung der *macula* und *crista* sind ja regelrechte Cylinder, die übrigen dagegen meistens Pflasterzellen.

Die drei vorhin genannten Forscher haben nun ferner übereinstimmend einen aus dem Gehörbläschen sich erhebenden mit flimmernden Zellen versehenen Canal beschrieben, der eine Strecke an der Aussenwand empor verlaufend durch den Kopfknorpel tritt und dessen Ende sie nicht verfolgen konnten. Boll vermuthet, dass er sich an der freien Oberfläche öffne. Gerade der Umstand, dass dieser Canal den Kopfknorpel durchbohrt und dort nicht weiter verfolgt werden kann, hat mich aufmerksam gemacht und musste mir auf das Lebhafteste den von Ketel und mir bei den *Cyclostomen* aufgefundenen *ductus endolymphaticus* oder den *aquaeductus vestibuli*, der entwicklungsgeschichtlich nichts weiter ist als der *recessus labyrinthi*, ins Gedächtniss zurückrufen, und wenn sich auch erst an der Hand der entwicklungsgeschichtlichen Forschung, die speciell auf diesen Punkt gerichtet wäre, die Identität mit der Vorhofswasserleitung nachweisen liesse, so möchte ich doch die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, darauf aufmerksam zu machen. Ist dieser Canal wirklich der *recessus labyrinthi*, der *ductus endolymphaticus*, die Vorhofswasserleitung, so wäre damit der Connex zwischen Vertebraten und Evertebraten noch inniger als bisher nachgewiesen worden. Die vergleichend anatomischen Thatsachen sprechen nicht dagegen, dass das Gehörorgan auch bei den Wirbellosen eine Differenzirung zunächst des äusseren Integumentes ist, an das specifische Nerven herantreten, und dass das Gehörbläschen, und darauf weisen bei niederen Thieren die Communicationen mit der Oberfläche hin, als eine Einstülpung der Körperbedeckung anzusehen; da liegt es denn nicht aus dem Wege, dass es auch bei den höchsten Evertebratenklassen zur Bildung eines *recessus labyrinthi* kommt, wie wir ihn immer vollkommener bei den Wirbelthieren auftreten sehen.

So habe ich denn den Versuch gemacht, Wirbelthiere und Wirbellose mit Bezug auf das Gehörorgan zu verknüpfen. Habe ich über das Ziel hinausgeschossen, und habe ich meiner Phantasie nicht den gebührenden Zügel angelegt, so möge die Grösse der Aufgabe und die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse als Entschuldigung dienen und möge sich sehr bald Einer finden, der die wichtige Frage auf besseren Grundlagen löst,

als es mir möglich, auf Grundlagen, die denen entsprechen, die die *retina* der Wirbellosen vor allem in den Arbeiten von Hensen und M. Schultze besitzt.

Ich wende mich zunächst zur vergleichenden Morphologie und dann zur vergleichenden Histologie des häutigen Labyrinthes oder Gehörbläschens der Wirbelthiere. Da finden wir zunächst als das Gemeinsame, überall Wiederkehrende, dass dasselbe trotz aller Formverschiedenheiten, welche dasselbe innerhalb der einzelnen Classen zeigt, an der Seitenwand des Schädels zwischen *trigeminus* und *vagus* gelagert erscheint, und dass der *nervus acusticus* mit seinen Zweigen immer an die innere oder Schädelhöhlenwand des Bläschens herantritt, um sich dann weiter zu verzweigen. In seiner einfachsten Form, die dem frühesten Entwicklungsstadium desselben bei den Wirbelthieren und den Verhältnissen, wie wir sie in der Reihe der höheren Evertebraten kennen gelernt, entspricht, tritt es als einfaches Bläschen (Fig. 1. u. 2.) bei *Myxine glutinosa* auf und es steht nur in Frage, ob nicht vielleicht dennoch bei *Amphioxus* etwa an der Unterseite des Kopfendes noch einfachere Formen sich finden. Dasselbe ist nämlich nicht wie bei den Wirbellosen im erwachsenen Zustande (möglich oder vielmehr wahrscheinlich, dass es im embryonalen Zustande der Fall, und es wäre wichtig, dieses zu untersuchen) einfach rundlich, sondern hat dadurch, dass ein Knorpelfortsatz der Kapsel das Centrum gleichsam durchbrochen, die Gestalt eines Ringes angenommen, an den unten innen die Fasern des *acusticus* treten, und diese vertheilen sich wie bei den *Cephalopoden* in eine an dem unteren Theile der Innenwand des Ringes befindliche *macula acustica* (Fig. 1 *v*), die ein wenig, aber symmetrisch vorne und hinten in die Seitentheile des Ringes hineinragt und in zwei durch die centrale Durchbohrung des Bläschens, das wir von vorne herein als *vestibulum* bezeichnen wollen, getrennte *cristae acusticae* (Fig. 1 u. 2 *aa, ap*). Diese beiden befinden sich in den symmetrisch vorne und hinten an den Seitentheilen des Vorhofs befindlichen, halbkugligen Ausbuchtungen, den *ampullae* und so sehen wir denn zum ersten Male bei den Wirbelthieren, bei der erwachsenen *Myxine*, drei wichtige Abtheilungen am Gehörbläschen auftreten, einmal das *vestibulum* mit seiner am Boden unten innen befindlichen *macula*, und dann die beiden vorne und hinten gelegenen Ausbuchtungen, die Ampullen, mit ihren im Wesentlichen quer durch dieselben ziehenden *cristae acusticae*. Wäre es möglich, die *macula acustica* mit der *papilla acustica* der *Cephalopoden* und die *cristae* mit der *crista* des Gehörbläschens dieser Thiere, wie ich das vorhin weiter ausgeführt, zu homologisiren, wofür die Entwicklungsgeschichte Anhaltspunkte geben wird, dann möchte ich noch im vergleichend anatomischen Interesse auf den so merkwürdigen Bindegewebswulst aufmerksam

machen, den Kowalewsky und Owsjannikow bei den *Octopoden* zwischen *papilla* und *crista acustica* gezeichnet und beschrieben, und den Boll bestätigt. Ich möchte die Möglichkeit hervorheben, dass dieser dem Knorpelfortsatze homolog wäre, der bei *Myxine* das Centrum des Gehörbläschens durchbricht und somit die einfache Blase zu einem Ringe umbildet.

Betrachten wir nun die Verhältnisse bei *Petromyzon*, so lässt sich die complicirte Form des Gehörbläschens, die alle Theile, wie sie bei den höheren Wirbelthieren vorkommen, wenigstens in Andeutungen besitzt, leicht aus niederen Formen, namentlich auch an der Hand der Entwicklungsgeschichte ableiten.

Die Neunaugen besitzen wie *Myxine* ein einfaches Gehörbläschen, nur ist dasselbe nicht ringförmig, sondern, wie bei den meisten Evertebraten und wie im embryonalen Leben der Wirbelthiere, nachdem sich dasselbe vom äusseren Integumente, aus dem es entsteht, abgeschnürt, rundlich (Fig. 3 u. 4), immer aber treten wie bei *Myxine* die Fasern des Gehörnerven an den unteren Theil der Innenwand. An demselben sehen wir wieder wie beim Schleimfische Differenzirungen dadurch eintreten, dass vollkommen symmetrisch (an der vorderen und hinteren Wand Fig. 3 *aa, ap*) bedeutende Ausbuchtungen, die *ampullae*, die *ampullae trifidae* der Autoren, auftreten, die sich weiter fortgebildet haben und weit selbständiger gegenüber dem übrigen Theile des Gehörbläschens, in dem sie mit rundlicher, vorne und hinten befindlicher Oeffnung münden, sind. Gleichzeitig mit diesen wichtigen, vorderen und hinteren Ausbuchtungen, der vorderen und hinteren Ampulle, mit dem oberen Ende derselben im Zusammenhange erheben sich von der vorderen oberen (Fig. 3 *sag.'*) und hinteren oberen (Fig. 3 *fr'*) Wand zwei Falten, die in der Mitte der oberen Wand (Fig. 3 u. 4) unter einem Winkel zusammenstossen und anfänglich in der ganzen Ausdehnung mit dem Inneren des Gehörbläschens communiciren, jedoch im Laufe der Entwicklung bis auf die Stelle ihrer Vereinigung sich von demselben abschnüren. Sie bilden somit zwei vom oberen Ende der vorderen und hinteren Ampulle ausgehende, gegen die Mitte der oberen Wand des ursprünglichen Gehörbläschens des *vestibulum* ziehende und in dasselbe sich öffnende, geschlossene Röhren, die der Wand desselben dicht anliegen, die beiden verticalen Bogengänge, von denen wir somit einen vorderen und hinteren unterscheiden, die beide mit der sagittalen, respective der frontalen Ebene einen Winkel von 45° bilden. Gleichzeitig sehen wir dann in der vorderen und hinteren Ampulle (Fig. 3 *sag* u. *fr*), wie bei *Myxine*, und zwar im oberen Theile derselben quer an der unteren vorderen, respektive unteren hinteren Wand eine *crista acustica* ziehen. Sind nun aber bei *Myxine* die beiden Ampullen vollkommen gleich gestaltet, so ist das bei den Neunaugen nur scheinbar der Fall,

denn wir finden zur vorderen mehr Nervenäste treten wie zur hinteren und finden nach unten und innen von der queren *crista* der vorderen Ampulle in der unteren inneren Abtheilung (Fig. 4 *ru*) (Taf. XXII. Fig. 11 *pia*) durch eine Leiste (*d*), die der hinteren fehlt, getrennt eine Einsenkung mit einer *macula acustica*, zu der ein eigener Nervenzweig zieht, den *recessus utriculi* mit der *macula acustica utriculi* auftreten. Ferner bemerken wir an der Stelle, wo die beiden Bogengänge sich vereinigen und an dem Dache des *vestibulum* münden, sowohl an der Aussen- wie an der Innenwand des *vestibulum* (Fig. 3 u. 4 *co*) dreieckige Ausbiegungen, hervorgerufen durch den Zerfall der von Ketel beschriebenen *crista frontalis* der Vorhofssäckchen in zwei divergirende Leistchen, die zusammen eine kurze aber weite Verbindungsröhre der beiden zusammenmündenden Bogengänge mit dem *vestibulum* darstellen. Es ist die Bogengangcommissur. Damit sind jedoch keineswegs alle Veränderungen des Restes des ursprünglichen Gehörbläschens des *vestibulum* erschöpft. Finden wir bei *Myxine* an dem gleichmässigen, keine Ausbuchtungen zeigenden Boden desselben (Fig. 1) eine einfache, längliche, zwischen den beiden Ampullen sich ausdehnende *macula acustica*, so sehen wir dieselbe freilich auch bei den Neunaugen ungetheilt zwischen den Ampullen sich erstrecken und sogar in derselben Form wie bei *Myxine*; allein nach hinten unten von ihrem vorderen Ende, der *macula acustica utriculi*, senkt sie sich in eine kleine, rundliche Ausbuchtung (Fig. 4 *s*), den *recessus sacculi* und nach hinten und unten wieder von diesem in einen mächtigen, sackförmigen Anhang, wie er von den Autoren beschrieben wird, in den *recessus cochleae*, den man auch schlechtweg als Schnecke bezeichnen kann (Fig. 3 u. 4 *c*). Diese enthält somit, wie der *recessus sacculi* und *utriculi*, als *macula acustica* einen Theil der grossen *macula* des Gehörbläschens, des Vorhofs überhaupt. So sehen wir denn, wie zuerst bei *Myxine* durch einfache Ausbuchtungen und Falten des einfachen Gehörbläschens symmetrisch vorne und hinten die beiden Ampullen mit ihren *cristae* und das *vestibulum* mit der *macula* unten innen entsteht, und dann bei den Neunaugen durch Erhebungen von der oberen Wand und Abschnürung die in der Mitte der oberen Wand zusammenstossenden Bogengänge, ein vorderer und hinterer, die durch eine kurze, durch Ausbuchtung des oberen Theils der äusseren und inneren Wand des *vestibulum* entstandene Röhre, die Commissur in den oberen Theil des Binnenraums des Vorhofes münden, wie dann ferner bei diesen Thieren im Bereiche der vorderen Ampulle nach unten innen und hinten von der *crista* derselben die *macula vestibuli* in einer Einsenkung, dem *recessus utriculi*, nach hinten und unten dann in einer zweiten, dem *recessus sacculi*, und nach hinten und unten davon wieder in einer mächtigen dritten, dem *recessus cochleae*, zu liegen kommt. Dieser letztere besitzt, abgesehen von den Ampullen die grösste Selb-

ständigkeit gegenüber dem Vorhofe, gehört somit zu den am frühesten gebildeten Ausbuchtungen und ragt mit dem *recessus sacculi* ein wenig abwärts von der Theilung des Stammes des *acusticus*. Damit steht uns nun der Weg zur richtigen Erkenntniss der Verhältnisse und der Bildungsweise der Theile des häutigen Labyrinthes der höheren Thiere, von den Teleostiern angefangen, offen, eine Erkenntniss, die ich auch heute nicht besser graphisch darzustellen vermag, als mittelst der beiden Holzschnitte, die KETEL nach meiner Angabe in seiner Arbeit über das Gehörorgan der *Cyclostomen* veröffentlicht und die ich auch der folgenden Darstellung zu Grunde lege.

Eine der Hauptveränderungen, die sich in dem Gehörorgane der Teleostier geltend macht und die vollkommen mit dem Gange der Entwicklung des Gehörbläschens der Wirbelthiere überhaupt in Einklang steht, wonach zuerst die Falten der verticalen Bogengänge entstehen und dann erst die des horizontalen mit seiner Ampulle auftritt, ist die Bildung einer horizontalen, äusseren Ampulle und eines entsprechenden äusseren, horizontalen Bogenganges. An der vorderen sowohl, wie an der hinteren Ampulle der Neunaugen macht sich (Fig. 3) eine äussere Ausbuchtung geltend. Zu der der vorderen, die somit die erste Andeutung einer horizontalen Ampulle (Fig. 3 *hor*) ist, zieht bei den Teleostiern ein Nerv und es bildet sich damit in ihr eine quere, zungenförmige *crista acustica* an der Aussenwand. Somit nimmt sie den Charakter einer wirklichen Ampulle an, die sich nur von den beiden verticalen in der Stellung der Gehörleiste an der Aussenwand unterscheidet (Fig. 5 u. 7 *hor*), während die *cristae* dieser an der unteren vorderen, respektive unteren hinteren Wand befindlich symmetrisch ein wenig an den Seitenwänden emporragen. Gleichzeitig damit sehen wir aus der Aussenwand des *vestibulum* (Fig. 5 u. 7 *hor'*) eine dritte Falte sich erheben, die sich allmählig wie die beiden verticalen (Fig. 5 u. 7 *sag' fr'*) abschnürt, und die dann hinten unterhalb der beiden verticalen Gänge und deren Commissur in den Binnenraum des Vorhofes mündet. Somit hat sich also ein horizontaler Bogengang gebildet. Denkt man sich nun, dass sämmtliche Theile der vorderen Ampulle, wie auch die hintere der Neunaugen bei den Teleostiern mit dem Vestibularsäckchen weiter nach hinten, respektive vorne wachsen und somit selbständiger werden, so werden ja die beiden durch Verbindungsröhren mit dem Vorhofe communiciren. Dann haben wir eine Verbindungsröhre der hinteren, frontalen, alleinstehenden Ampulle (Fig. 6. 8 *v*) und eine vordere der sagittalen, horizontalen Ampulle und des *recessus utriculi* (Fig. 5. 7. 8 *ru*), die sich in derselben Weise bei den Teleostiern wie bei den Neunaugen nur mit selbständiger *macula utriculi* findet, den *utriculus* (Fig. 5. 6. 8 *u*). Stellt man sich dann ferner vor, dass die Vestibularsäckchen unterhalb der Commissur der verticalen

Bogengänge mit der Einmündung des horizontalen, die unter einem im Ganzen rechten Winkel vor sich geht, zu einer gerade so weiten Röhre wie die Commissur der verticalen Gänge reducirt wird (siehe die Figuren in KETEL's Arbeit, Fig. A B), so haben wir (Fig. 6. 8 *co*) die Commissur der Teleostier und der höheren Wirbelthiere. Oben münden die verticalen Bogengänge, am unteren Ende einmal rechtwinklig der horizontale Gang, und dann hinten die Verbindungsröhre der hinteren, frontalen Ampulle, vorne der *utriculus* (Fig. 5. 7).

Wie verhält es sich nun mit dem aus dem Vestibularsäckchen nach unten sich erhebenden *recessus sacculi* und *cochleae*, von denen ersterer natürlich auch bei diesen Thieren nach hinten unten von dem *recessus utriculi* und dieser wieder nach hinten, respektive hinten unten von dem *recessus sacculi* sich finden muss? Beide haben sich noch mehr vom Boden des zum unteren Theile der Bogengangcommissur umgewandelten Vorhofsacks abgeschnürt und zwar in dem Grade, dass die *cochlea* (Fig. 5. 6. 7. 8 *c*), die schon bei *Petromyzon* (Fig. 3. 4 *c*) am meisten selbständig war, vollkommen von demselben abgetrennt ist und der *recessus sacculi* (Fig. 5. 6. 7. 8 *s*) durch eine enge Communication, die nach meinen Erfahrungen, entgegen denen von RETZIUS [1]), bei allen Fischen vorhanden ist mit dem unteren Ende desselben (Fig. 8), somit an der Vereinigung der Commissur, der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und des *utriculus* zusammenhängt. Gleichzeitig damit finden wir jedoch mit Ausnahme der *Cyprinoiden*, die *Petromyzon* in dieser Beziehung näher stehen, den *recessus sacculi*, der jetzt als förmlicher, abgeschnürter *sacculus* erscheint, in einem so hohen Grade, namentlich nach vorne und hinten ausgewachsen (Fig. 5. 6 *s*) und die hinten befindliche Schnecke, die in ihrer Entwicklung nicht gleichen Schritt gehalten, überragen und sich mit der Schnecke so weit nach unten von dem Stamme des *acusticus* ausdehnen, dass in Folge der grossen Selbständigkeit, die derselbe besitzt, und der engen Communication mit den oberhalb gelegenen Theilen, die dann noch die Selbständigkeit der an der Innenwand des *sacculus* und der *cochlea* befindlichen *macula acustica* zur Folge hat, das Labyrinth der Fische und überhaupt der höheren Wirbelthiere in eine oberhalb des *acusticus* gelegene *pars superior*, und in eine unterhalb desselben befindliche *inferior* zerfällt. Jene umfasst die Bogengänge, die Ampullen, die Commissur der Bogengänge, den *recessus utriculi*, den *utriculus* und die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, diese den *sacculus* und die Schnecke. Trotz allen Veränderungen sehen wir aber dennoch, wie die Grundlagerungsverhältnisse der wichtigen Nervenausbreitungen in den einzelnen Abtheilungen dieselben bleiben, und zwar hinten die *crista* der

1) Anatomische Untersuchungen. Stockholm. 1872.

alleinstehenden Ampulle, vorne die der beiden zusammenliegenden, nach unten innen und hinten davon die *macula utriculi* im *recessus*, nach hinten und unten von dieser die *macula sacculi* und nach hinten, respektive hinten unten davon wieder die *macula cochleae*, die bei allen Teleostiern mit Ausnahme der *Cyprinoiden* einen kleinen Appendix am Sacke bildet, während sie bei den *Petromyzonten* und ähnlich bei den Karpfen den *sacculus* übertrifft (Fig. 7. 8 *c*).

Nun hat jedoch RETZIUS in seiner Abhandlung auf eine weitere Nervenausbreitung bei den Knochenfischen aufmerksam gemacht, die er als *pars basilaris* (Fig. 8 *pb*) beschreibt und der Schnecke zutheilt. Ich kann die Existenz dieser Nervenausbreitung, wie der geehrte Forscher sie beschreibt, nur bestätigen und finde dieselbe wie er als zwei kleine Flecke an der Innen- und Aussenwand der *pars superior*, etwas nach hinten von der Communication mit dem *sacculus*. Nicht so unbedingt kann ich mich aber der Deutung von RETZIUS anschliessen, dass sie als *pars basilaris* der Schnecke anzusehen sind, wenn auch von vorne herein ihre Lagerung im Bereiche der *pars superior* eine solche Deutung nicht ausschliesst, da dieselben bei den höheren Thieren in Folge einer etwas höheren Abschnürung der *pars inferior* von der *superior* im Bereiche des *sacculus* zu liegen kommen könnten. Was mich aber vor allem stutzig macht, ist der Mangel eines Otolithen oder einer *membrana tectoria*, die, was ich hier vorausschicken will, einer *pars basilaris* niemals fehlt und vor allem der gänzliche Mangel der Nervenausbreitung bei den *Plagiostomen*, um so mehr, weil wir finden werden, dass, wenn einmal ein Theil mit einer *macula* oder *crista acustica* mit Nervenendapparaten des Hörnerven differenzirt ist, dieser nicht verschwindet, sondern, namentlich wenn er der Schnecke angehört, in der Wirbelthierreihe sich immer mehr entwickelt. Somit dürfte er den Plagiostomen nicht fehlen. Ich halte es für möglich und meine histologischen Untersuchungen haben mir Resultate geliefert, die dem nicht entgegenstehen, es fehlen mir nur ausgedehnte Beobachtungen an ganz frischen Labyrinthen, dass wir es hier mit einem Reste des im Bereiche der Vestibularsäckchen der Neunaugen, die zum unteren Theile der Bogengangcommissur bei den Teleostiern werden, an dem sich ja die beiden Nervenendapparate finden, so ungemein ausgedehnten Flimmerepithels, des letzten Restes einer bei den Wirbellosen so ausgedehnten Bildung, zu thun haben und dass somit in der Bahn des *acusticus* ihm fremde, cerebrale Fasern verlaufen, die eigentlich als zum *facialis* gehörig anzusehen sind und als solche auch bei den Neunaugen sich darstellen.

Die *Cyprinoiden*, deren Gehörorgan mit Bezug auf Sack und Schnecke auf den ersten Blick von dem der übrigen Teleostier abzuweichen scheint, bieten nur insofern eine Differenz dar, als die hinten unten am Sacke be-

findliche Schnecke (Fig. 7. 8 *c*) mit ihrer *macula* diesen weit übertrifft, und dann, dass der Sack der einen Seite mit dem der anderen durch den *sinus impar* communicirt, dessen Existenz wohl in der Entwicklungsgeschichte, in der starken Annäherung der beiden Labyrinthblasen unten an der Basis des Schädels begründet ist und der durch die spätere Entfernung der beiden *sacculi* zu einer kurzen Verbindungsröhre ausgezogen wird.

Wenden wir uns jetzt zu dem häutigen Gehörorgane der Plagiostomen, dessen Bau vor allem durch die schönen Untersuchungen WEBER's [1], IBSEN's und BRESCHET's [2] klar gelegt ist, so finden wir, dass das häutige Labyrinth der Haie sich eng an das der Teleostier anschliesst und mit demselben bis auf unwesentliche Formverschiedenheiten übereinstimmt, während allerdings das Gehörorgan von *Raja* Differenzen darbietet, die wenn auch nicht prinzipiell, doch immer bedeutend genug sind. Man kann auch bei den Haien eine durch eine enge Communication am Boden der Vereinigung der Commissur des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle mit einer *pars superior* verbundene *pars inferior* unterscheiden, von denen jene wiederum die drei Ampullen mit den Bogengängen, die Commissur, den *recessus utriculi*, den *utriculus* und die Röhre der frontalen Ampulle umfasst, während diese aus Sack und Schnecke besteht, jedoch mit dem Unterschiede, dass die beiden Abtheilungen nie so stark von einander abgetrennt erscheinen, als es bei vielen Teleostiern (*Cyprinoiden*) der Fall ist, bei denen es zur Bildung einer eigenen Verbindungsröhre kommt. Der *sacculus* (Fig. 9. 10 *s*), der, statt wie bei den Teleostiern von vorne nach hinten ausgedehnt zu sein, wie bei den höheren Wirbelthieren mehr kuglig sich darstellt, schliesst sich mit seinem oberen Theile weit inniger an die untere Fläche der Vereinigung der Commissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre (Fig. 10 *co. u. v*), ja sogar der Hinterwand des *recessus utriculi* (Fig. 9 *ru*) an, wie bei den meisten Teleostiern. Er liegt sogar nach aussen vom unteren Ende derselben und namentlich nach aussen von der stark gebogenen Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Fig. 9. 10 *v*), so dass, wie es auch schon in einem geringen Grade bei den Teleostiern der Fall, die Verbindung am äusseren Theile der Unterfläche vorhanden ist. Was die Schnecke betrifft (Fig. 9. 10 *c*), so ist dieselbe schon selbständiger geworden und hängt kappenartig hinten unten am Sacke nach abwärts übergebogen und namentlich unten durch eine tiefe Einschnürung abgesetzt. Vorne treffen wir dann (Fig. 9 *hor. sag*) die beiden zusammenliegenden Ampullen, die äussere horizontale (Fig. 9 *hor*) mit der zungen-

1) De aure animalium aquatilium. 1820.

2) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. 1838.

förmigen *crista* auf der äusseren, oberen Wand, die innen vorne gelegene sagittale (Fig. 9 *sag*), mit der queren etwas an den Seitenwänden symmetrisch emporsteigenden *crista*. Beide münden dann in den tiefen mit seiner *macula* nach unten und etwas nach vorne aussen gekehrten *recessus utriculi* (Fig. 9 *ru*). Hinten finden wir die durch eine lange, abwärts gebogene, zarte, medianwärts vom *sacculus* und der Schnecke verlaufende und wie bei den meisten Teleostiern, aber viel ausgeprägter unter einem stumpfen, nach abwärts offenen Winkel mit dem *utriculus* (Fig. 10 *u*) zusammenstossende Verbindungsröhre (Fig. 10 *v*) ausgezeichnete, frontale, hintere Ampulle (Fig. 9. 10 *fr*), die mit Bezug auf die Gehörleiste wie die vordere, sagittale gestaltet ist. Alle drei gehen in die wie bei den Knochenfischen um etwa 45° aus den betreffenden Ebenen weichenden Bogengänge den horizontalen, äusseren (Fig. 9 *hor'*), den sagittalen, vorderen (Fig. 9 *sag'*), den frontalen, hinteren (Fig. 9 *fr'*) über, von denen letztere in eine kurze, weite, cylindrische Commissur (Fig. 10 *co*) münden, in deren unteres Ende von aussen nach innen rechtwinklig, wie bei den Teleostiern, der horizontale sich öffnet. Diese letztere Einmündung (Fig. 9) ist so weit nach vorne hin ausgedehnt, dass es den Anschein hat, als ob der sagittale und der horizontale Bogengang sich zuerst vereinigten.

Weicht nun so das häutige Labyrinth der Haie nicht wesentlich von dem Typus ab, den wir, von den Neunaugen angefangen, durch die Reihe der Teleostier verfolgten, so dass auch bei ihnen der *recessus utriculi* nach unten, hinten, innen von den vorderen, zusammenliegenden Ampullen, der *sacculus* nach hinten unten vom *recessus utriculi*, die Schnecke nach hinten unten vom Sacke gelagert war, so ist dasselbe auch bei den *Rajae* mit Bezug auf das eben erwähnte wichtige Verhältniss, mit Bezug auf die Lage der horizontalen und sagittalen Ampulle vorne, der frontalen hinten, des horizontalen Bogenganges aussen, des sagittalen vorne, des frontalen hinten der Fall (Fig. 11. 12), allein wir sehen nicht die beiden verticalen Bogengänge zu einer Commissur zusammentreten, auch nicht die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle (Fig. 12 *v*) in das hintere Ende des *utriculus* (Fig. 12 *u*) münden, sondern wir finden, dass der hintere, frontale Bogengang (Fig. 12 *fr'*) mit der Verbindungsröhre (Fig. 12 *v*) sich in den hinteren, oberen Theil des *sacculus* (Fig. 12 *s*) öffnet. Ausserdem vereinigt sich der vordere, sagittale (Fig. 12 *sag'*) Bogengang, nachdem er, wie bei den übrigen Fischen, oberhalb des *sacculus* unter rechtem Winkel den horizontalen (Fig. 11 *hor'*) aufgenommen, mit der Oberwand des *utriculus* (Fig. 12 *u*) und mündet in denselben. Kommt es nun somit nicht zur Bildung einer eigentlichen Bogengangcommissur, so zeigen die Rochen auch ferner das Eigenthümliche, wie ich das in der vorigen Abhandlung auseinandergesetzt, dass die *pars superior* und *inferior* im erwachsenen Zustande indirekt mit einander communi-

ciren, und zwar durch zwei Röhren, die trichterförmig (Fig. 12 *de*) aus ihrer Innenwand emporziehen und die das untere Ende des *recessus labyrinthi*, des *ductus endolymphaticus* darstellen. Wahrscheinlich ist die Communication im embryonalen Leben so einfach, wie bei den übrigen Fischen.

Welche Erklärung hat man nun für diese Eigenthümlichkeiten, die eine principielle Abweichung im Baue des Gehörorgans zu bedingen scheinen und somit ein schweres Gewicht zu Ungunsten der Annahme der continuirlichen Fortbildung in die Wagschale werfen würden? Sie finden einmal ihren Grund in der frühzeitigen, vor der Bildung der Bogengänge, der Ampullen, der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, des *utriculus* vor sich gehende Abschnürung des Labyrinthbläschens in eine *pars superior* und *inferior*, und dann darin, dass diese Abschnürung bei den Rochen nicht wie bei den Knochenfischen, den Haien und übrigen Wirbelthieren in transverseller Richtung, sondern mehr senkrecht vor sich zu gehen scheint, so dass eine vordere obere und eine hintere untere Abtheilung sich findet. Dadurch werden sich die vorne gelegenen Theile, die zusammenliegenden Ampullen mit dem horizontalen und sagittalen Bogengange aus der oberen vorderen Abtheilung, die dann zum *utriculus* und *recessus utriculi* wird, entwickeln und in ihr einmünden, während die hintere Ampulle mit dem frontalen Bogengange und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle aus dem hinteren unteren Theile, der dann zum *sacculus* und zur Schnecke wird, sich herausbildet und in ihn einmündet. Dabei bleibt natürlich die gegenseitige Lagerung der einzelnen Theile, der zusammenliegenden Ampullen mit ihren *cristae* vorne, der frontalen Ampulle hinten, des horizontalen Bogenganges aussen, des sagittalen vorne, des frontalen hinten, die Lage des *recessus utriculi* nach unten innen und hinten von den vorderen Ampullen, des *sacculus* mit seiner *macula* nach unten und hinten von der *macula utriculi*, und der sehr selbständigen nach hinten unten vom Sacke gelegenen Schnecke unverändert. Somit sehen wir, dass das häutige Gehörorgan der Plagiostomen nicht wesentlich von dem der Teleostier verschieden, dass beide nach dem durch *Petromyzon* und weiter durch *Myxine* angedeuteten Typus gebaut sind und was dann die *Ganoiden* betrifft, so lehren die Untersuchungen von Breschet, dass hier keine Abweichungen von den Knochenfischen zu suchen, wie das auch von vorne herein nach dem Verhalten der Gehörkapsel zu erwarten.

Die Amphibien, von denen *Siredon pisciformis*, *Triton cristatus*, *Salamandra maculata* und *Rana temporaria* und *edulis* auf's Neue untersucht wurden, schliessen sich innig an die Fische an und zeigen nur eine wesentliche Fortbildung mit Bezug auf die Schnecke. Auch bei ihnen haben wir eine *pars superior* und *inferior* (*sacculus* und Schnecke), die nur

durch eine verhältnissmässig enge Querspalte mit einander communiciren. Dieselbe befindet sich wie bei den Fischen (ausgenommen *Raja*) an dem unteren Theile der Vereinigung der die *pars superior* zum grössten Theile constituirenden Abtheilungen, der Bogengangcommissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle, und zwar aussen. Die *pars superior* verhält sich bei sämmtlichen Amphibien im Wesentlichen übereinstimmend, und der Hauptunterschied besteht nur darin, dass von *Siredon* (Fig. 13) bis zu *Rana* (Fig. 20) ein immer stärkeres Erheben der Bogengänge, eine immer stärkere Krümmung und zugleich ein näheres Zusammenrücken der vorderen und hinteren Theile durch stärkere Drehung, namentlich der hinteren Ampulle (Fig. *fr*), nach aussen vorne sich geltend macht, so dass also die Bogengänge, namentlich die verticalen bei *Siredon* (Fig. 13 *hor'*, *sag'*, *fr'*) mehr flach, bei *Triton* (Fig. 15) und *Salamandra* (Fig. 17) schon stärker, bei *Rana* (Fig. 19) noch stärker gekrümmt erscheinen und zu gleicher Zeit die Bogengänge sich immer weniger aus den betreffenden Ebenen entfernen, aus denen sie bei *Rana* etwa um 30⁰ abweichen. Auch hier haben wir wieder (Fig. *hor*, *sag*) die vorderen, zusammenstehenden Ampullen, aussen die horizontale (Fig. *hor*), vorne innen die sagittale (Fig. *sag*), jene mit zungenförmiger, senkrecht stehender *crista* an der oberen äusseren Ampullenwand, diese mit einer im Wesentlichen horizontalen, quer am Boden, nur wenig an den Seitenwänden gleichmässig emporragenden Gehörleiste. Beide münden in den hinten innen und unten gelegenen *recessus utriculi* (Fig. *ru*), von dem die Röhre des *utriculus* (Fig. *u*) nach oben innen und hinten zieht. Hinten haben wir ferner die frontale Ampulle (Fig. *fr*), deren am Boden befindliche Gehörleiste sich wie in der sagittalen verhält. Die nach oben, innen und vorne ziehende Verbindungsröhre (Fig. *v*) stösst dann unter einem nach unten hin offenen, bei *Triton* (Fig. 16) und *Salamandra* (Fig. 18) am wenigsten stumpfen Winkel mit dem *utriculus* zusammen und nimmt hier von oben her die Commissur auf (Fig. *co*), die an ihrem unteren Ende aussen die Einmündung des horizontalen Ganges zeigt, welche sowohl bei den Teleostiern, wie bei den Plagiostomen und allen Amphibien oberhalb der hinteren Ampulle nach innen vorne gegen die Commissur, die bei sämmtlichen Amphibien, wie bei den Plagiostomen sehr kurz ist, umbiegt. Beifügen will ich hier, dass bei den Knochen- und Knorpelfischen und bei sämmtlichen übrigen Wirbelthieren bis zu dem Menschen empor die hintere Ampulle immer tiefer steht, wie die vorderen.

Die wichtigsten Veränderungen gehen nun mit der *pars inferior*, mit dem Sacke, respektive der Schnecke vor sich. Wir sehen den oberen Theil der *pars inferior* sich in dem Raume zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren ausdehnen und den übrigen Theil abwärts

ragen. Der obere Theil des *sacculus* legt sich aussen etwas vor die Verbindungsröhre der frontalen Ampulle mit dem *utriculus*, unterhalb der Einmündung des horizontalen Ganges, bei *Triton* und *Salamandra* (Fig. 15. 17) mehr, wie bei *Siredon* (Fig. 13). Gleichzeitig finden wir aber, dass der *sacculus* (Fig. 13 *s*), der Hauptbestandtheil der *pars inferior*, dessen, wie bei allen bisher betrachteten Thieren, an der Innenwand gelegene *macula* nach unten und hinten von dem *recessus utriculi* liegt, relativ immer bedeutender wird und zu gleicher Zeit eine viel regelmässigere Kugelgestalt annimmt als bei den Plagiostomen, bei denen derselbe wenn auch nicht so stark, wie bei den Teleostiern, doch immer mehr in die Breite gezogen erscheint. Ferner sehen wir, dass an der Innenwand Differenzirungen auftreten, von denen man bei keinem Fische irgend eine Spur zu entdecken vermag. Wir haben freilich an dem inneren Theile der Hinterwand des *sacculus* abwärts ragend (Fig. 13 *lag*) und durch eine tiefere, untere Einschnürung wie bei den Plagiostomen abgesetzt, die Aussackung, die wir als Schnecke bezeichneten, mit ihrer *macula acustica*, allein bei *Siredon* und *Triton* (Fig. 14. 16 *pi*), bei jenen etwas kleiner und rundlich, bei diesen etwas grösser und queroval, finden wir an der Innenwand, unmittelbar unter und medianwärts von der spaltförmigen Communication mit der *pars superior* eine Ausbuchtung, zu der sich ein Nervenfädchen begiebt und die an ihrer Binnenwand hinten unten eine *macula acustica* trägt. Diese Ausstülpung der Sackinnenwand gewinnt von jetzt an eine gewisse Bedeutung. Ich will für dieselbe, in Ermangelung eines besseren, den Namen des Anfangstheils der Schnecke, wie ich denselben zuerst bei den Fröschen nannte, beibehalten. Die Grössenzunahme dieser Ausbuchtung bei *Triton* (Fig. 16 *pi*) ist begleitet von einer grösseren Selbständigkeit und Grössenzunahme der eigentlichen Schnecke (Fig. 16 *lag*), die wir jetzt als Endtheil derselben, als *lagena* oder Kuppelblindsack bezeichnen.

Sehen wir nun zu, wie diese einzelnen Ausbuchtungen sich bei den *Salamandrina* verhalten, und welchen Veränderungen der Sack selber unterliegt, so finden wir ihn (Fig. 17. 18 *v*) immerhin noch eine Ausdehnung wie bei *Siredon* und *Triton* besitzen, nur dass er noch vollkommener kuglig ist, wie bei diesen Thieren, und vor allen Dingen finden wir, dass die hinten und innen aus dem *sacculus* sich erhebende, eigentliche Schnecke (Fig. 17. 18 *lag*), die *lagena*, noch grösser ist, wie bei *Triton*, und über die Hinterwand des Sackes hinaus abwärts ragt und durch eine tiefere, untere Einschnürung ihm gegenüber abgesetzt ist. Eine wesentlichere Veränderung ist aber mit dem Anfangstheile der Schnecke (Fig. 18 *pi*), der auch hier eine *macula* trägt, vor sich gegangen. Derselbe hat sich von der Oeffnung des *sacculus* in die *pars superior* weiter nach abwärts und vor allen Dingen nach hinten geschoben und kommt somit, statt ge-

rade unterhalb des Endes der Innenwand der Bogengangcommissur, unter dem vorderen Theile der Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle (Fig. 18 *v*) zu liegen, erscheint aber im Uebrigen wie bei *Triton* länglich oval. Da nun aber die Lage der *lagena* zum *sacculus* bei *Salamandra* im Wesentlichen unverändert geblieben ist, so hat sich gleichzeitig der Anfangstheil der Schnecke dem Endtheile, der *lagena*, genähert und liegt nach oben und vorne von derselben. Damit sind jedoch die Modificationen nicht erschöpft, sondern nach hinten und etwas nach unten vom Anfangstheile zwischen ihm und der *lagena* macht sich eine neue, rundliche Ausbuchtung des *sacculus* und zwar im Bereiche der äusseren Wand des *ductus endolymphaticus* (Fig. 18 *de*) geltend und diese (Fig. 18 *pb*) zeichnet sich dadurch aus, dass, während die Wände der beiden vorderen Ausbuchtungen ziemlich gleichmässig erscheinen, der Grund dieser zu einer zarten Membran verdünnt ist, während der übrige Theil einen verdickten, knorpelartigen Ring darstellt, an dessen hinteren Theil ein Nerv tritt, und der dann hier eine *macula acustica* zeigt. Diese Ausbuchtung ist die *pars basilaris* der Schnecke, die aus einer zarten *membrana basilaris* und dem Knorpelringe besteht.

Somit haben wir denn als einfache Ausstülpungen der inneren Sackwand sämmtliche Theile, aus denen sich die Schnecke der höheren Wirbelthiere aufbaut, ohne dass neue, wesentliche Elemente hinzutreten. Die Schnecke besteht also bei den *Salamandrina* zum ersten Male aus drei Theilen mit unter sich und von der *macula acustica sacculi* getrennten *maculae*, aus dem Anfangstheile, dem mittleren, der *pars basilaris*, und dem Endtheile, der *lagena*, alle drei hinten und innen am *sacculus* befindlich. Ueber die beiden letzteren namentlich spannt sich dann als Aussenwand die Aussenwand des Sacks. Somit hat also auch bei diesen Amphibien wie bei den Fischen nur die *lagena*, der Kuppelblindsack, eine gewisse Selbständigkeit und Unabhängigkeit gegenüber dem *sacculus*.

Dieses Verhältniss ändert sich nun aber bei den Fröschen. Sämmtliche Schneckentheile (Fig. 19. 20) werden grösser und erlangen dadurch und durch Abschnürung von der Seitenwand eine bedeutendere Selbständigkeit. Wenn dieselben auch sämmtlich fortfahren in weiter, offener Verbindung mit dem Binnenraume des *sacculus* zu stehen, so lassen sie sich dennoch, was bei den übrigen Amphibien mit Ausnahme der *lagena* nicht möglich, von der Sackinnenwand und deren *macula acustica*, die auch hier nach hinten unten von dem *recessus utriculi* liegt, isoliren. Die Grössenzunahme, namentlich des Endtheils (Fig. 20 *lag*), der *lagena* und des Anfangstheiles (Fig. 20 *pi*), hat aber weiter die Folge, dass die drei Theile, ohne im Wesentlichen ihre Lage zu verändern, einander näher rücken und dass, wenn auch die *maculae* fortfahren getrennt zu bleiben, dennoch die übrige Zellbekleidung aus einer Abtheilung in die andere

übergeht, so dass dieselben damit ein zusammenhängendes Ganze darstellen. Der Anfangstheil (Fig. 20 *pi*) liegt unter der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle am weitesten oben, dann folgt hinten und unten die *pars basilaris* (Fig. 20 *pb*) und unterhalb dieser die *lagena* (Fig. 20 *lag*). Der Anfangstheil aber und die *lagena* sind wegen ihres bedeutenden Wachsthums einander näher gerückt, als bei den Salamandrinen, und das ist ausserordentlich wichtig. Weiter finden wir als Folge der Grössenzunahme der Schneckenabtheilungen, die wesentlich dadurch entstanden, dass immer grössere Abschnitte der Sackinnen- und Hinterwand in diese Ausbuchtungen eingegangen sind, den Sack (Fig. 19. 20 *s*) in seiner Ausdehnung beschränkt. Derselbe füllt nicht den ganzen Raum zwischen den vorderen Ampullen, respektive dem *recessus utriculi* und der hinteren Ampulle aus, sondern durch die hinten, unter der Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle gelagerte Schnecke wird derselbe abgedrängt, nach vorne hin gleichsam reducirt, und nur mehr unter und etwas nach aussen von dem *recessus utriculi*, dem *utriculus* selber und der Vereinigung des letzteren mit der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren frontalen Ampulle, nach unten und hinten von den vorderen zusammenstehenden Ampullen gelagert sein, im übrigen aber seine kugelige Gestalt beibehalten. Schliesslich sehen wir dann auch Hand in Hand mit den wichtigen Veränderungen an der Sack-Hinter- und Innenwand, mit der grösseren Selbständigkeit, die Anfangs Basilar- und Endtheil der Schnecke erlangen, und mit dem Zusammenrücken derselben zu einer zusammenhängenden Bildung eine Differenzirung in der Aussenwand des *sacculus* eintreten. Derjenige Theil der Sackaussenwand, der sich über die Oeffnungen der Schneckenabtheilungen in den Sackbinnenraum hinüberspannt (Fig. 19 *mr*), wird derber, trennt sich leichter von der übrigen, eine ausserordentlich zarte Membran repräsentirenden Wandung und bildet gleichsam eine den Schneckenraum deckende, immerhin aber mit der eigentlichen Sackaussenwand continuirlich in Verbindung stehende Schale. Damit sehen wir denn zum ersten Male eine Andeutung einer selbständigen Aussenwand der *cochlea* auftreten, eine *membrana Reissneri*. Der Schneckenbinnenraum also, zwischen der *membrana Reissneri*, der modificirten Sackaussenwand und den drei Ausbuchtungen befindlich, ist innen durch diese, aussen durch jene, hinten durch die Vereinigung der Reissnerschen Haut mit dem hinteren äusseren Rande der drei Schneckenabtheilungen, und unten blindsackartig durch die tief abgeschnürte *lagena* geschlossen, steht aber vorne oben weit gegen den Binnenraum des *sacculus* offen, der dann wieder, wie schon beschrieben, durch die Querspalte mit dem Binnenraume der *pars superior* communicirt.

Was nun die Form der einzelnen Schneckenabtheilungen betrifft, so

hat sich die *lagena* (Fig. 20 *lag*), abgesehen davon, dass sie grösser und stärker abgeschnürt ist, nicht geändert und trägt ihre *macula*, wie bei den übrigen Amphibien, an der Innenfläche. Dagegen sehen wir die *pars basilaris* (Fig. 20 *pb*) viel deutlicher ausgeprägt, als bei den *Salamandrina* und etwas grösser, und wenn ich nicht ganz vollkommen sicher bin, ob dieser Theil beim Salamander einen Nerven bekommt und somit eine *macula* trägt, wie ich es glaube, so ist jedenfalls bei den Fröschen ein solcher Nervenast und eine *macula* vorhanden, und zwar begiebt sich der Nerv, der aus dem mit dem *sacculus* nach vorne getriebenen *ramus sacculi* kommt, an die vordere Hälfte des ringförmigen Knorpels, der somit an seiner Innenfläche die *macula* trägt, während die hintere Hälfte und die *membrana basilaris* frei bleibt. Demnach können wir an der *pars basilaris*, an dem Knorpelringe einen vorderen Nervenknorpel und einen hinteren, indifferenten unterscheiden, welchem letzteren wir aus vergleichend anatomischen Gründen den Namen des *ligamentum spirale*, des dreieckigen Knorpels, beilegen wollen. Am meisten modificirt erscheint die obere Ausstülpung der Sackinnenwand, der Anfangstheil der Schnecke (Fig. 20 *pi*), von dem ich nur bemerken will, dass derselbe bei den Fröschen mit seiner oberen Wand an die untere der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle festgewachsen ist. Derselbe ist einmal stark in die Quere und dann auch nach oben und unten gewachsen und wird dadurch, wie bereits erwähnt, der *lagena* mehr genähert, als das bei den *Salamandrina* der Fall. Gleichzeitig wird er in zwei Hälften, eine vordere und hintere, getheilt, und zwar dadurch, dass eine Knorpelbrücke, die zur Aufnahme des wie bei den übrigen Amphibien herantretenden Nervenastes dient, die Oeffnung gegen den Binnenraum des *sacculus* in der Mitte überwölbt und den Nerven statt an die untere hintere Wand desselben gegen die obere leitet, die dann die *macula acustica* trägt.

Nach dieser Schilderung der für das Verständniss, namentlich der Schnecke der höheren Wirbelthiere, so überaus wichtigen morphologischen Verhältnisse des häutigen Labyrinthes der Amphibien wenden wir uns jetzt zur Classe der Reptilien, von denen ich die Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen, Schildkröten und Crocodile untersucht. Auch bei ihnen (Fig. 21—27) theilt sich das Gehörbläschen in eine *pars superior* und *inferior* mit denselben Bestandtheilen, wie bei den meisten Fischen und bei den Amphibien, allein, während wir in der letzteren Classe eine immerhin relativ beträchtliche, spaltförmige Communication zwischen den beiden Abtheilungen finden, die viel bedeutender als bei den Fischen ist, so sehen wir dieselbe bei den Reptilien, wenn auch an derselben Stelle, wo sie bei den niederen Classen befindlich, dennoch beträchtlich enger werden und sich auf eine ungemein feine Oeffnung reduciren. Diese steht wie bei den Fischen der immerhin engen Oeffnung des *ductus*

endolymphaticus bedeutend an Weite nach, so dass also *pars superior* und *inferior*, der Bogengangapparat, das eigentliche Labyrinth, und Schnecke und Sack fast vollkommen abgetrennt erscheinen. Ferner finden wir, dass, während die *pars superior*, wie bei den bisher betrachteten Classen, nur geringe Modificationen in ihren einzelnen Elementen erfährt, die *pars inferior* dagegen, Schnecke und Sack wieder beträchtliche Veränderungen zeigt, die sich dahin präcisiren lassen, dass die Schnecke von den Schlangen bis zu den Crocodilen immer mehr und mehr auswächst, wie wir das schon durch die ganze Reihe der Fische und Amphibien beobachtet, während der von den Batrachiern bis zu den Schlangen reducirte Sack (Fig. 19—22) bis zu den Eidechsen (Fig. 23. 24 *s*) immer mehr sich entwickelt, und dann bei den Schildkröten und Crocodilen (Fig. 25—27 *s*) wieder reducirt erscheint. Ich will zunächst wie bei den Amphibien die *pars superior* in allen Abtheilungen schildern, dagegen wird die *pars inferior* Gegenstand einer besonderen Betrachtung sein.

Die *pars superior* besteht wieder, wie bei den bisher betrachteten Thieren, aus den drei Ampullen, den zugehörigen Bogengängen, dem *recessus utriculi*, dem *utriculus* selber, der Commissur der Bogengänge und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle. Von den drei Ampullen liegen zwei vorne, die horizontale (Fig. *hor*) aussen, die sagittale (Fig. *sag*) innen vorne, und beide liegen zugleich etwas höher, als die hintere (Fig. *fr*) frontale. Der Abstand derselben ist bei den Schlangen, Eidechsen und Crocodilen ein beträchtlicherer, als bei den Schildkröten (Fig. 25), bei denen dieselben gedrängter zusammenstehen. Die *crista acustica* der horizontalen ist, wie bei den bisher betrachteten Vertebraten, zungenförmig, quer an der oberen und äusseren Wand der Ampulle gelagert, nimmt dagegen in den beiden verticalen die Mitte der unteren Fläche, den Boden, ein und ragt gleichmässig etwas an den Seitenwänden empor. Sie ist einfach bei den Schildkröten, wie bei den Fischen und Amphibien, bei den Crocodilen zeigt sie dagegen an der Mitte der Seitenwände schwache Leisten, die, bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen höher geworden, den *cristae* der verticalen Ampullen eine Kreuzgestalt geben (*septum cruciatum* nach Steifensand). Die verticalen Bogengänge sind bei den Schlangen und Crocodilen (Fig. 21. 27 *sag' fr'*) flach, bei jenen mehr, bei diesen weniger, bei den Blindschleichen, Eidechsen und Schildkröten (Fig. 23. 25 *sag' fr'*) dagegen gekrümmter und zwar am stärksten bei den Schildkröten, bei denen (Fig. 25) sie aber zugleich kürzer erscheinen, da der Abstand der vorderen Ampullen von der hinteren, wie erwähnt, beträchtlich geringer, als bei den übrigen Reptilien, und somit die Ampullen der Commissur bedeutend mehr genähert sind. Unter einem mehr oder minder spitzen (am spitzesten bei den Schildkröten), nach oben hin offenen Winkel gehen die verticalen Bogengänge in

die Commissur (Fig. 22. 24. 26. 28 *co*) über, die bei den Schlangen (Fig. 22 *co*) am kürzesten, bei den übrigen Reptilien etwas länger erscheint und zu gleicher Zeit bei den Schildkröten (Fig. 26 *co*) eine ziemlich weite Röhre darstellt. Sie nimmt am unteren Ende von aussen her das ampullenförmig erweiterte Ende des horizontalen Ganges (Fig. *hor'*) auf. Die Einmündung ist, und zwar bei den Eidechsen am ausgeprägtesten, nach innen und abwärts gerichtet. Die Bogengänge weichen, wie bei den Amphibien, sämmtlich um etwa 30⁰ aus den entsprechenden Ebenen. Von allen drei Bogengängen erscheint nicht blos bei den Reptilien, sondern auch bei sämmtlichen bisher betrachteten Wirbelthieren, ausgenommen die *Cyclostomen*, der sagittale Bogengang länger, als der frontale. Die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle (Fig. 22. 24. 26. 28 *v*) ist länger bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen, bei letzteren mehr wie bei ersteren, ähnlich wie es unter den Amphibien mit *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* der Fall, etwas kürzer bei den Crocodilen (Fig. 28 *v*), am kürzesten bei den Schildkröten (Fig. 26 *v*), wie unter den Amphibien bei den Fröschen, und verbindet sich bei den Schlangen, wie bei den niederen Amphibien, unter einem nach unten hin offenen, stumpfen Winkel, der bei den Blindschleichen und Eidechsen viel spitzer erscheint, bei den Crocodilen aber wieder viel abgeflachter ist und bei den Schildkröten ganz flach, wie bei den Fröschen sich darstellt, mit dem hinteren Ende des nach innen hinten, eventuell nach oben gehenden *utriculus* (Fig. 22. 24. 26. 28 *u*). An der Vereinigung beider sehen wir von oben her die Commissur der Bogengänge münden. Der *recessus utriculi* liegt an der Unterfläche des vorderen, äusseren Endes des *utriculus* (Fig. *ru*) medianwärts, hinten und unten von den vorderen Ampullen, die sich entweder beide in denselben öffnen, immer aber vorzugsweise die sagittale, oder die sagittale öffnet sich mittelst einer schmalen Spalte, wie bei den Crocodilen, allein in denselben, nachdem sie vorher die horizontale aufgenommen.

Sehen wir nun bei den Fröschen die drei Theile der Schnecke, Anfangstheil, *pars basilaris*, Endtheil oder die *lagena* dicht zusammengedrängt, am hinteren Ende des *sacculus* nach aussen hin von einer aus der Sackaussenwand differenzirten *membrana Reissneri* überlagert, aber immer noch jeden für sich eine Vertiefung an der Sackwand darstellen und weit offen gegen das *lumen* des Sacks stehen, jedoch durch die Entwicklung dieser Theile den Sack bereits reducirt, so ist das in einem noch höheren Masse bei den Schlangen der Fall. Zugleich sind aber die Schneckentheile so ausgewachsen, dass sie bei sämmtlichen Reptilien mit ihrem Endtheile, der *lagena* (Fig. *lag*) an der Hinterwand des *sacculus* (Fig. *s*) abwärts ragen, wie es ähnlich bereits mit der einfachen Schnecke der Fische, namentlich der Plagiostomen, die der *lagena* oder

dem Kuppelblindsacke der höheren Wirbelthiere homolog, der Fall war. Mit diesem Auswachsen ist zugleich eine stärkere Abschnürung der Theile von der Hinterwand des *sacculus* verbunden und nimmt man nun noch hinzu, dass der bei den Fröschen mit der Unterwand der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle verwachsene Schneckenanhang bei den Reptilien durch eine tiefe Incisur von derselben getrennt ist, so dass derselbe und somit die ganze Schnecke noch weiter abwärts von der *pars superior* zu liegen kommt, so haben wir damit wieder das reine Verhältniss, welches die Schnecke der Fische, das Homologon der *lagena* der höheren Wirbelthiere, zum Sack zeigte, dass nämlich sämmtliche Schneckentheile der Reptilien mit ihren *maculae acusticae* nach unten hinten von demselben und seiner *macula* zu liegen kommen, die dann trotz aller Formverschiedenheit wieder nach unten hinten von der *macula* des *recessus utriculi* liegt. Die sämmtlichen Theile der Schnecke sind somit viel weiter von der *pars superior*, namentlich der hinteren, frontalen Ampulle und deren Verbindungsröhre entfernt, als es bei den Amphibien der Fall war. Mit der wachsenden Selbständigkeit der aus der Sackinnenwand differenzirten *partes cochleae* wächst dann aber zugleich auch die Selbständigkeit der aus der Sackaussenwand gebildeten, dieselbe über die Schnecke fortsetzenden *membrana Reissneri* (Fig. *mr*) und begreiflicherweise die Selbständigkeit des Schneckenbinnenraumes, dem wir bei diesen Thieren zum ersten Male als zusammenhängender Räumlichkeit, als *scala media s. cochlearis*, begegnen werden.

Was zunächst die Schlangen betrifft (Fig. 21. 22), so finden wir, wie eben erwähnt, dass Hand in Hand mit der Ausbildung der Schnecke der Sack (Fig. 21. 22 *s*) noch weiter reducirt ist, als bei den Fröschen. Derselbe steht mittelst des wie bei den Amphibien bei allen Reptilien an dem äusseren Theile der Unterwand der Vereinigung des *utriculus* mit der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle befindlichen *foramen sacculo-utriculare* mit der *pars superior* in Verbindung und überragt mit seinen oberen Theilen ein wenig die Aussenfläche der *pars superior*, namentlich der Vereinigung der dieselbe zusammensetzenden Röhren. Er ist mehr oval, einigermassen platt, steht schräge von oben hinten, nach unten vorne und reicht vom äusseren Theile der Unterfläche des *utriculus*, bis zum *recessus*. Seine *macula* befindet sich gewöhnlich am unteren Theile der Innenwand. Die etwas stärker gewölbte Aussenwand ist, wie bei allen bisher betrachteten Thieren, ausserordentlich zart. Bei den Blindschleichen und Eidechsen, die vollkommen identische Verhältnisse zeigen, ein fernerer Beweis, dass *anguis fragilis* den Eidechsen näher steht, als den Schlangen, finden wir dagegen den *sacculus* (Fig. 23. 24 *s*), ohne dass sich damit die Lage der Oeffnung in die *pars superior* wesentlich ändert, wie bei keinem anderen Wirbelthiere, namentlich nach

oben hin, kolossal ausgewachsen und nahezu eine kuglige Blase bilden, die sich unterhalb der Unterfläche der *pars superior* nach oben hin in dem ganzen Umfange des horizontalen Bogenganges bis an das Commissurenende der verticalen Bogengänge, lateralwärts von der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, dem Ende des horizontalen Ganges der Commissur und dem *utriculus* ausdehnt. Dabei bleibt die *macula* immer noch wie bei den Schlangen, Amphibien und den Fischen unterhalb des *foramen sacculo-utriculare* am unteren Theile der Innenwand, nach unten und hinten von der *macula utriculi* gelagert. Bei den Schildkröten (Fig. 25 *s*) erscheint der *sacculus* mehr dem der Schlangen ähnlich und liegt mit seinem oberen Theile ebenfalls nach aussen von dem unteren Theile der Aussenwand der *pars superior*, dehnt sich aber nach unten hin weiter als bei den Schlangen aus. Er ist nicht länger oval, sondern rundlich, aber etwas von aussen nach innen abgeplattet und sein grösster Durchmesser entspricht dem Abstande zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren, namentlich bei *Testudo*, weniger schon, und das ist wiederum ein Zeugniss für die niedrigere Stellung in der Thierreihe, bei *Chelonia midas*. Bei ihnen beträgt der grösste Durchmesser kaum $^3/_4$ des Abstandes. Auch hier befindet sich die *macula* wieder am unteren Theile der Innenwand und der Aussenwand. Relativ kleiner erscheint schon der *sacculus* bei den Crocodilen (Fig. 27. 28 *s*), ist aber mehr kuglig und noch weiter in die Breite gedehnt, wie bei *Testudo graeca*, aber niedriger. Sein Querdurchmesser entspricht dem Abstande der Ampullen und er überlagert, wie bei den Schlangen und Schildkröten, mit seinem oberen Theile ebenfalls den unteren Theil der Aussenfläche der *pars superior*.

Die Schnecke nun, die interessanteste Abtheilung des häutigen Gehörorganes, bietet die meisten Modificationen dar, und in dem Ausdrucke die Schnecke, im Gegensatze zu den Schneckenabtheilungen der Amphibien, liegt zum Theil schon die Grundmodification, der wir zuerst bei den Schlangen begegnen, angedeutet, das Verschmelzen der bei den Fröschen immerhin noch von einander gesonderten, wenn auch nahe aneinander liegenden Schneckenabtheilungen zu einem Ganzen und der Vereinigung der drei gesonderten Binnenräume der Ausbuchtungen der inneren Sackwand bei diesen Thieren zu einem einzigen Raume, der *scala cochlearis* oder *media*, die mittelst einer Oeffnung mit dem *lumen* des *sacculus* communicirt. Somit ist die einheitliche Schnecke der Reptilien nicht mit der der Fische zu verwechseln, die, wie ich bereits hervorgehoben, nur einen Theil der der Reptilien darstellt, ein Homologon des Schneckenendes, der *lagena* oder des Kuppelblindsackes ist, der sich bei den Wirbelthieren im Laufe der Entwicklung zuerst aus dem Labyrinthbläschen, *in specie* aus dem *sacculus* differenzirt. Auf welche Weise verschmelzen nun aber die drei Schneckenabtheilungen der Frösche zu

der einen Schnecke bei den Schlangen, ganz abgesehen von den Veränderungen in der Form, denen jede einzelne unterliegt? Bemerken will ich von vorne herein, um Missverständnissen vorzubeugen, dass ich durchaus nicht der Meinung huldige, dass sich während der Entwicklung der Schlangen zuerst aus der Sackwand die drei Abtheilungen der Schnecke wie bei den Fröschen etwa bilden und nachträglich zu einer Masse verschmelzen, ich gebrauche diese Ausdrucksweise nur, weil ich glaube, dass dadurch die immerhin complicirten Verhältnisse klarer werden. Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass sich der zusammenhängende Schneckenraum auch zusammenhängend aus dem Sacke entwickelt und sich erst dann differenzirt, womit uns aber, meiner Meinung nach, vergleichend anatomisch für das Auffinden der Homologien nicht sonderlich gedient ist.

Wir fanden bei den Fröschen (Fig. 20) die drei Abtheilungen so gelagert, dass oben unter der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle der Anfangstheil (*pi*) und nach hinten und etwas nach unten davon die *pars basilaris* (*pb*) gelagert war, während gerade nach unten von dem ersteren die *lagena*, der Endtheil (*lag*) sich fand, der, wenn er auch nicht unmittelbar an den Anfangstheil stiess, doch demselben ausserordentlich nahe lag. Das ist nun in einem noch viel höheren Grade bei den Schlangen der Fall, da der Anfangstheil (Fig. 21 *pi*) besonders stark nach abwärts gewachsen ist, und zwar in einem so hohen Grade, dass derselbe einmal nach unten hinten die *pars basilaris* (Fig. 21. 22 *pb*) berührt und von ihr nur durch einen starken, ziemlich senkrechten Kamm getrennt wird (siehe Taf. XXX), dann aber auch nach unten an die *lagena* (Fig. 21. 22 *lag*) stösst und mit derselben so innig verschmilzt, dass nicht einmal eine niedrige Leiste die beiden trennt, sondern der Binnenraum des einen in den Binnenraum des anderen continuirlich übergeht und sogar die bei den Fröschen getrennten Nervenäste und *maculae* zu einem, respektive zu einer verschmelzen. Ganz dasselbe findet dann auch mit der *lagena* und der *pars basilaris* statt. Letztere dehnt sich ebenfalls nach unten hin aus, stösst an den Endtheil und der Binnenraum des einen öffnet sich in den des anderen ohne Grenze, allein es findet damit keine Vereinigung der beiden *maculae* statt, eben so wenig wie der Nervenäste, so dass also die Schnecke zwei Zweige, einen für den Anfangstheil und die *lagena* und deren *macula* und einen für die *pars basilaris* und deren Gehörfleck, besitzt. Somit sehen wir denn, dass die hintere Abtheilung der Schneckenbasis der Schlangen, der *pars basilaris* der höheren Amphibien, die vordere, durch eine niedrige, senkrechte Leiste getrennte, dem Anfangstheile der Schnecke der Amphibien und die untere continuirlich mit dem Anfangstheile verbundene Spitze der *lagena* der Amphibien, der Schnecke sämmtlicher Fische, die eine solche

besitzen, homolog ist. Was nun die Formverschiedenheit der Theile gegenüber denen der *Salamandrina* und *Batrachia* betrifft, so finden wir, dass der Anfangstheil nicht von einem Nerven überbrückt wird, sondern der Nerv geht an der Innenwand desselben entlang und er bildet eine einfache, in die Aushöhlung der *lagena* sich fortsetzende Schale unterhalb der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und ist durch eine mächtig vorspringende Leiste vom hinteren Theile der Sackinnenwand (Taf. XXX) abgesetzt. Die hinter und etwas unterhalb desselben gelegene *pars basilaris* (Fig. 21. 22 *pb*), die hintere Abtheilung des oberen Theiles der Schnecke, die Basis erscheint freilich nicht als ein Knorpelring, in dessen Lichtung die Basilarmembran ausgespannt ist und an dessen vordere Hälfte, den Nervenknorpel, der Nerv zieht, während die hintere, der dreieckige Knorpel, das *ligamentum spirale* frei ist, sondern sie stellt mehr einen Knorpelrahmen mit ovaler Lichtung dar, dessen Längsaxe von oben hinten nach unten vorne geht, und dem entsprechend ist der Nervenknorpel vom dreieckigen, dem Spiralligament, deutlicher differenzirt. Zugleich bemerkt man, dass sich die *macula* (Taf. XXX) nicht blos an den Bereich der Binnenfläche des vorderen Nervenknorpels hält, sondern sich auch mit den Nervenfasern auf das anschliessende Drittel der Basilarmembran erstreckt, und das werden wir später als ausserordentlich wichtig erkennen. Die Schnecke öffnet sich nur mittelst der *pars basilaris* und des Anfangstheils, also an der Schneckenbasis in das Sacklumen, dessen zarte Aussenwand über die beiden soeben genannten Theile als Reissnersche Membran sich hinüberspannt, so dass der Schneckenbinnenraum nach aussen abgeschlossen ist, aber nicht blos aussen, sondern auch hinten, da die *membrana Reissneri* sich an den hinteren, dreieckigen Knorpel der *pars basilaris*, das *ligamentum spirale* und an den oberen Rand der *lagena* anheftet und in diesen übergeht. Das Schneckenlumen, die *scala media*, communicirt also nur vorne oben mit dem Sacke und wird nach aussen durch die *membrana Reissneri* und die Aussenwand der *lagena* von der *scala vestibuli*, wie wir sie in einer früheren Abhandlung kennen gelernt haben, nach innen von der *scala tympani* durch den Basilartheil der Schnecke, der Basilarmembran, dem Anfangstheile und der Innenwand der *lagena* abgeschlossen.

Ganz dieselben Verhältnisse der Schnecke finden wir bei der Blindschleiche und das ist interessant, da alle übrigen Theile mit denen der Eidechsen übereinstimmen. Namentlich die *pars basilaris* hat eine Gestalt wie bei den Schlangen und die Basilarmembran ist nicht getheilt, aber die *scala cochlearis*, das Schneckenlumen communicirt nicht, wie bei den Schlangen mit dem Inneren des *sacculus*, sondern wie bei den Eidechsen (Taf. XVII, Fig. 27 *c*) und das ist ebenfalls für die Stellung der Blindschleiche zu den *Lacertina* von Bedeutung, durch eine enge

Oeffnung und damit ist dann ein weiterer Fortschritt gegenüber den Schlangen gegeben, der sich bei den Eidechsen an der Schnecke noch weiter geltend macht. Bei diesen Thieren sind alle Theile grösser (Fig. 23. 24), verlängern sich nach unten, und somit erscheint die Schnecke dem *sacculus* gegenüber selbständiger. Zudem tritt aber ein Unterschied darin zu Tage, dass die weiter ausgedehnte Basilarmembran durch eine quere Knorpelbrücke in zwei Abtheilungen, eine obere und untere, getheilt wird (Fig. 23 *pb*), ein Verhalten, wie es in der Eigenthümlichkeit bei keinem anderen Wirbelthiere vorkommt. Im Uebrigen sind die Verhältnisse der Schneckenabtheilungen, der Nerven, der *maculae acusticae*, der Knorpel der *pars basilaris* identisch mit den soeben ausführlich bei den Schlangen geschilderten, insofern der Anfangstheil (Fig. 24 *pi*) und die *lagena* (Fig. 24 *lag*) eine gemeinsame *macula* (Taf. XVII, Fig. 25 *p*), die *pars basilaris* eine abgesonderte, auf die Basilarmembran ragende, besitzt (Taf. XVII, Fig. 25 *g*).

Die Schnecke der Schildkröten (Fig. 25. 26) bietet uns bereits ein anderes, dem Typus der am höchsten stehenden Wirbelthiere genähertes Bild dar. Was zunächst das Verhältniss zum *sacculus* betrifft, so finden wir die Schnecke noch selbständiger von der hinteren Sackwand abwärts ragen und grösser als bei den Eidechsen; allein die Communication, die bei diesen Thieren eng war, ist wieder weiter geworden. Die Hauptveränderung an der Schnecke besteht darin, dass die bei den anderen Reptilien vorkommende Trennungsleiste zwischen der hinteren und vorderen Abtheilung der *pars basilaris* und dem Schneckenanfangstheile verschwunden und somit die beiden Abtheilungen zu einer vereinigt sind. Gleichzeitig dehnt sich aber die *membrana basilaris* über den Anfangstheil aus und die *macula* der *pars basilaris* (Fig. 26 *pb*), die bei den niederen Reptilien von der des Anfangstheils getrennt war, vereinigt sich mit dieser und somit auch mit der der *lagena* (Fig. 25. 26 *lag*). Dabei ist dann zu bemerken, dass bereits die zur *lagena* gehenden Nervenfasern eine gewisse Selbständigkeit bekommen und zu einem *ramus lagenae* zusammentreten. So besteht bei den Schildkröten die Schnecke nur aus der mit dem Sacklumen vorne oben durch eine weite Oeffnung communicirenden *pars basilaris* (Fig. 26 *pb*) und einer knorpeligen, geschlossenen *lagena* (Fig. 25. 26 *lag*). Die *lagena* ist ein wenig grösser geworden und trägt wie gewöhnlich ihre Nervenausbreitung an der Innenwand. Die *pars basilaris*, ebenfalls länger geworden, besitzt wieder die Gestalt eines Knorpelrahmens (Fig. 26 *pb*), der oben bogenförmig geschlossen (Vorhofsblindsack) unten in die Innenwand der *lagena* übergeht. In der Lichtung desselben zwischen dem vorderen und hinteren Knorpel bis herunter zur *lagena* spannt sich dann die *membrana basilaris*, die ebenfalls länger und breiter geworden. An den vorderen, den Nervenknor-

pel, tritt wie bei den übrigen Reptilien der Nerv und dieser trägt die *macula*, die sich ebenfalls auf das anschliessende Drittel der Basilarmembran erstreckt, der hintere trägt keine Nerven und Nervenepithelien. Es ist der dreieckige, oder das *ligamentum spirale*. Im Uebrigen spannt sich gerade wie bei den anderen Reptilien die Fortsetzung der Sackaussenwand, die zarte *membrana Reissneri*, über die *pars basilaris* aussen hinüber und findet hinten am *ligamentum spirale*, unten an dem oberen Rande der Aussenwand der knorpligen *lagena* ihre Anheftung, hat aber auch bereits vorne eine Befestigung an den unteren Theil des Nervenknorpels der *pars basilaris*, der bereits durch einen tiefen Einschnitt von dem hinteren Theile der Sackhinterwand (Taf. XII, Fig. 19 *b*, Fig. 20. 21) abgetrennt ist und den man füglich jetzt nach Analogie mit dem Menschen als *limbus spiralis cartilagineus* bezeichnen kann. Somit sehen wir denn, wie die Schneckenbasis nur oben mit der Sackwand continuirlich zusammenhängt.

Eine unendlich viel grössere Selbständigkeit bekommt die Schnecke, und namentlich die mächtig ausgewachsene *pars basilaris* gegenüber dem *sacculus* bei den Crocodilen (Fig. 27. 28). Die *cochlea* communicirt nicht länger mittelst einer einfachen Oeffnung mit dem hinteren unteren Theile des Sacklumen, sondern die Schnecke ist in allen ihren Theilen vollkommen von ihm abgeschnürt, die Verbindung der oberen Vereinigung der beiden Schneckenknorpel (Vorhofsblindsack) mit der Sackinnenwand, der *membrana Reissneri* mit der Sackaussenwand also vollkommen gelöst und nur indirekt vorhanden und zwar durch Vermittlung der Communication, die zu einer vom hinteren unteren Theile des *sacculus* ausgehenden, horizontalen, nach aussen und etwas nach hinten gewandten Röhre, dem *canalis reuniens*, geworden ist, und die von jetzt an bei den Wirbelthieren als constante Bildung auftritt. In diese gehen die Sackaussen-, -innen-, -ober- und -unterwand gleichmässig über, sich verdünnend, respektive verdickend. Die Schnecke selbst, die bereits bei den übrigen Reptilien mit der Spitze, der *lagena*, eine leichte hakenförmige Biegung nach hinten zeigt, somit in der unteren Partie schwach nach vorne convex, nach hinten leicht concav ist, zeigt bei den Crocodilen (Fig. 27. 28) diese Krümmung auf das deutlichste in der ganzen Ausdehnung, allein gleichzeitig eine spiralige Drehung (Halbspirale) und zwar derartig, dass, wenn die *membrana Reissneri*, wie bei den übrigen Reptilien, in dem oberen Theile der Schnecke nach aussen sehend gedacht wird, sie an dem unteren mit der Aussenwand der *lagena* (Fig. 27. 28 *lag*) nach hinten sieht. Nun bekommt freilich die sichelförmig nach hinten unten gekrümmte Schnecke nicht diese so ausgeprägte, der der übrigen Reptilien entsprechende Stellung (*membrana Reissneri* aussen, *membrana basilaris* innen, Nervenknorpel vorne und viereckiger Knorpel,

ligamentum spirale, hinten), sondern wegen der Krümmung des *canalis reuniens* statt nach hinten unten, nach aussen wird wenigstens der obere Theil der *membrana basilaris* nach aussen hinten (Fig. 27 *pb*), der untere mit der Innenwand der *lagena* gerade nach hinten gedreht, während dem entsprechend der obere Theil der *membrana Reissneri* (Fig. 28 *mr*), die hier als quergefaltete Membran, *tegmentum vasculosum,* erscheint, nach vorne innen, der untere mit der Aussenwand der *lagena* nach vorne gekehrt, während der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus* wesentlich hinten innen, der dreieckige, das Spiralligament, vorne aussen liegt. Die *pars basilaris* ist beträchtlich länger geworden (Fig. 27. 28 *pb*), dem entsprechend auch die Basilarmembran. Diese ist aber auch relativ breiter, wie bei den Schildkröten und beginnt an der Einmündung des *canalis reuniens,* unterhalb dessen die Vereinigung der Knorpel zur Bildung der ersten Andeutung eines Vorhofsblindsackes vor sich geht, und endet an der *lagena,* die jedoch an Grösse nicht zugenommen hat (Fig. 27. 28 *lag*). Gleichzeitig mit der Ausdehnung der *pars basilaris* und somit des Nervenknorpels hat dann auch natürlich die Ausdehnung des Nerven und der *macula*, die auch hier das anschliessende Drittel der Basilarmembran einnimmt, zugenommen, und diese setzt sich in die *lagena* fort, deren Nerv gegenüber dem der *pars basilaris* jetzt selbständiger erscheint.

Das Gehörorgan der Crocodile bildet nun den unmittelbarsten Uebergang zu dem der Vögel, wie das von *Siredon* den schönsten Uebergang von den Fischen, namentlich den Teleostiern, zu dem der Amphibien zeigt und die Aehnlichkeit, namentlich in dem wichtigen Bestandtheile der Schnecke (Fig. 29. 30), ist so gross, wie sonst nirgends zwischen zwei Wirbelthierclassen, mit Ausnahme vielleicht zwischen Vögeln und Monotremen, welche letztere zu untersuchen ich leider keine Gelegenheit hatte. Ich finde, wie das überhaupt aus dem Verhalten der übrigen Organe bei den Vögeln zu erwarten, im Ganzen nur geringfügige Unterschiede in der Gestalt des häutigen Labyrinthes, die sich wohl dahin präcisiren lassen, dass diejenigen Vögel, welche ein offenes *foramen rotundum* besitzen (*natatores*), also diejenigen, die wir als tiefer stehend erkannt haben, eine relativ kürzere, weniger entwickelte, schwächer gekrümmte Schnecke zeigen, als die mit geschlossenen (*Grallatores, Columbae e. g.*), und da die Schnecke gerade der Theil des Gehörorganes ist, der durch die Wirbelthierreihe hindurch allmählig immer höher sich ausbildet, niemals aber Rückschritte in der Entwicklung macht, so ist auch dieses Verhältniss für den Rang unter den Vögeln wichtig. Im Uebrigen begegnen wir hier wieder denselben Hauptbestandtheilen, wie bei den übrigen Wirbelthieren, der *pars superior*, dem eigentlichen Labyrinthe oder Bogenapparate und der *pars inferior* (*sacculus* und Schnecke),

und beide besitzen an derselben Stelle, wie bei den übrigen Vertebraten, eine enge Communication in Gestalt einer engen, am äusseren Theile der Unterfläche der Vereinigung der Bogengangcommissur (Fig. 30 *co*) mit dem *utriculus* (Fig. 30 *u*) und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle (Fig. 30 *v*) befindlichen Röhre. Während wir nun bei den bisher betrachteten Wirbelthierclassen im grossen Ganzen die *pars inferior* unter der oberen Abtheilung liegen sehen, finden wir dagegen bei den Vögeln aus Gründen, die ich weitläufiger in der vergleichend anatomischen Betrachtung der Gehörkapsel in meiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche auseinandergesetzt, die *pars superior* nach oben hinten und aussen, die *pars inferior*, vorzüglich die Schnecke, als Hauptheil nach unten vorne und innen gewandt, ein Verhältniss, das bekanntermassen bei den Säugern und dem Menschen einen deutlicheren Ausdruck bekommt. Demgemäss möge man meine Figuren 29—32, die ich der besseren Uebersicht der Theile wegen wie die Gehörorgane der niederen Wirbelthiere gezeichnet, betrachten.

Diese Stellung manifestirt sich in der oberen Abtheilung, die wir zunächst wieder betrachten wollen, darin, dass die schon bei den Teleostiern, Ganoiden, Plagiostomen, Amphibien und Reptilien etwas höher als die hintere stehenden vorderen, zusammenliegenden Ampullen weiter nach oben rücken, die Bogengangcommissur von oben hinten nach vorne unten zu stehen kommt, während die Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle steiler nach oben, vorne, innen in die Höhe steigt, der *utriculus* dagegen nahezu horizontal zu liegen kommt. Ferner kann das Dach der Ampullen, über das sich die Bogengänge hinüberschlagen, nicht wie bei den übrigen Thieren, nach oben wie an der verticalen, respektive nach innen wie an der horizontalen kehren, der Boden dem entsprechend nach unten, respektive aussen, sondern an den verticalen (Fig. 29 *sag fr*) nach aussen, oder der Boden nach innen, an der horizontalen nach unten, der Boden nach oben gewandt sein und somit gegen die Schädelhöhle sehen. Die Ampullen, von denen die horizontale (Fig. 29 *hor*) und die sagittale (Fig. 29 *sag*) vorne oben in der angegebenen Lage befindlich sind, während die frontale hinten unten (Fig. 29 *fr*) isolirt dasteht, sind nun ferner nicht, wie bei den Reptilien, durch einen mehr oder minder weiten Zwischenraum von einander getrennt, sondern im Gegentheil einander ausserordentlich genähert, in weit höherem Grade, als das bei den Schildkröten der Fall war. Sie sind gleichsam nach aussen hinten, respektive nach aussen vorne einander entgegen gedrängt, so dass nicht blos die Verbindungsröhre der alleinstehenden, frontalen Ampulle (Fig. 30 *v*) und der *utriculus* (Fig. 30 *u*) wie bei den Reptilien in einen nach unten und etwas nach vorne innen offenen, stumpfen Winkel zusammenstossen, sondern auch winklig gegen die Schädelhöhle hin, also

medianwärts zusammentreffen, und zwar unter einem viel spitzeren Winkel, als das bei den bisher betrachteten Wirbelthieren der Fall, denen diese Form der Vereinigung auch nicht fehlt. Dadurch kommt es denn, dass einmal die Bogengänge viel stärker gekrümmt verlaufen, als bei den niedriger stehenden Vertebraten und dass sie sowohl, wie die Ampullen viel weniger aus den entsprechenden Ebenen weichen, als bisher. Die Winkel mit der horizontalen, frontalen und sagittalen Ebene mögen im Allgemeinen etwa 20° betragen. Die verticalen Ampullen zeigen an dem nach innen unten gewandten Boden, wie bei den anderen Wirbelthieren gleichmässig ein wenig an den Seitenwänden emporragend, die queren *septa cruciata*, die kreuzförmigen Gehörleisten, die ja in gleicher Gestalt bei den Schlangen und Eidechsen vorkommen, während die horizontale wie bisher an der oberen äusseren Wand eine einfache, zungenförmige, quere *crista acustica* aufweist. Was die Bogengänge betrifft, so ist der ungeheuer lange, stark und Sförmig gekrümmte, nach hinten verlaufende, sagittale Bogengang (Fig. 29 *sag'*), da die sagittale Ampulle am weitesten nach oben liegt, nicht einfach wie bei den niederen Wirbelthieren vorne, sondern wesentlich oben gelagert, während der viel kleinere, aber stark gebogene frontale (Fig. 29 *fr'*) statt hinten, wie bisher, hinten unten liegt. Beide vereinigen sich oben hinten unter einem nach hinten oben offenen, stumpfen Winkel zu einer, wie bei den Reptilien, kurzen, zarten, cylindrischen und nach vorne unten verlaufenden Commissur (Fig. 30 *co*), die am unteren Ende, von aussen her kommend, die etwas erweiterte Mündung des äusseren, horizontalen Bogenganges (Fig. 29 *hor'*) zeigt, die nicht vollkommen rechtwinklig, sondern an der Commissur etwas nach abwärts sehend, vor sich geht. Der *recessus utriculi* (Fig. 30 *ru*), dessen Boden auch hier die *macula acustica* trägt und nach unten innen gewandt erscheint, biegt wiederum nach hinten ab- und medianwärts von den zusammen gelagerten Ampullen und namentlich der sagittalen, aber beide öffnen sich von oben vorne und aussen in denselben. Der *utriculus* (Fig. 30 *u*) ist kurz, weit und stösst nach innen verlaufend wie erwähnt, unter einem stumpfen Winkel mit der aufwärts und etwas nach vorne innen gehenden, kurzen, weiten Verbindungsröhre der frontalen Ampulle (Fig. 30 *v*) und der Commissur zusammen.

Die grosse Annäherung nun, die bei den Vögeln die beiden vorderen Ampullen an die hintere, alleinstehende, frontale zeigen, die den Raum zwischen ihnen aussen so ausserordentlich reducirt, bedingt wohl gerade die unendlich geringe Entwicklung des sonst bei den Amphibien und Reptilien wenigstens in seinen oberen Theilen zwischen ihnen gelagerten *sacculus*, der bei den Vögeln (Fig. 29. 30 *s*) so klein ist, wie in keiner anderen Wirbelthierclasse, so dass derselbe sogar dem genauen Ibsen

entgehen konnte und nur von BRESCHET[1]), aber auch nicht genau gesehen wurde. Es hat zur Folge, dass er sich fast ausschliesslich nach unten vorne von der *pars superior* ausdehnt. Im Uebrigen trägt seine Innenwand, die ein rundliches, flaches Schälchen bildet, die *macula acustica*, während die ungemein zarte Aussenwand nach oben hinten hin die enge Oeffnung, das *foramen sacculo-utriculare*, von aussen her deckt und sich an die Peripherie desselben anheftet. Nach unten hinten geht derselbe in einen ausserordentlich zarten, nicht wie bei den Crocodilen nach auswärts und ein wenig abwärts gewandten, sondern in einen nach unten hinten ziehenden, kurzen *canalis reuniens* (Fig. 29 *cr*) über, der sich dann an die obere Vereinigung der beiden Schneckenknorpel ansetzt und in die *membrana Reissneri* (Fig. 29. 30 *mr*) übergeht und ungemein schwer darzustellen ist. Mittelst desselben wird die mit ihrer Spitze nach hinten unten gebogene Schnecke unten hinten an dem *sacculus* befestigt, und diese nimmt somit eine typische Lage ein. Durch dieses Abwärtsragen des *sacculus*, des *canalis reuniens* und der Schnecke, die ausserordentlich selbständig ist, kommt letztere, da der *canalis reuniens* mit seinem oberen Ende, seinem Beginne, wenig von der Unterfläche der *pars superior* abgedrängt ist, kaum mehr, wie es bei den Crocodilen der Fall, wo derselbe nach vorne von der hinteren, frontalen Ampulle lag, bei den Vögeln nach vorne unten von der eben genannten Ampulle zu liegen. Gleichzeitig finden wir aber, wenn auch die Krümmung und die Drehung der Schnecke mit halber Spirale dieselbe wie bei den Crocodilen geblieben, die einzelnen Bestandtheile des nach unten innen und vorne sich erstreckenden Schneckenrohres, das ebenfalls aus der vorzugsweise entwickelten *pars basilaris* (Fig. 29. 30 *pb*) oben und der ampullenförmigen *lagena* (Fig. 29. 30 *lag*), die nicht weiter ausgewachsen, an der Spitze, unten besteht, namentlich die des wichtigen Basilartheils eine andere Stellung einnehmen, wie es bei den Crocodilen der Fall, obgleich sie im Uebrigen dieselben sind und dieselbe Form besitzen. Wir haben auch hier einen Knorpelrahmen, der oben bogenförmig geschlossen ist und in seiner Lichtung ausgespannt bis gegen das Ende der Schnecke die an Breite zunehmende Basilarmembran trägt, während er andererseits mit seinen beiden Knorpeln, deren einer der Träger der Nerven ist, zur Befestigung der wenigstens in ihrer grössten Ausdehnung quer gefalteten *membrana Reissneri* (Fig. 29. 30 *mr*), oder des *tegmentum vasculosum* der Autoren dient. Die Reissner'sche Membran sieht nicht, wie bei den Fröschen und niederen Reptilien, nach aussen, sondern in ihren oberen Zweidritteln (Fig. 29. 30 *mr*), nach vorne aussen, mit ihrem unteren da-

1) Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux.

gegen und der einen Wand der *lagena* (Fig. 29 *lag*) nach aussen, und zwar ist letztere die nicht Nerven tragende. Der grösste Theil der Basilarmembran sieht dem entsprechend nach hinten innen, erst unten allmählig, wie auch die Wand der *lagena*, die die Nerven und die *macula* trägt, vollkommen nach innen. Demnach liegt der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus*, mit den oberen Zweidritteln hinten innen, der untere Theil hinten, der vordere dagegen, das *ligamentum spirale*, anfänglich nach vorne aussen und dann unten nach vorne gewandt. Der für die *lagena* bestimmte Nervenast erscheint auch hier im grössten Theile seines Verlaufes selbständig gegenüber dem, der zur *pars basilaris* geht, wenn auch die *maculae* in einander übergehen, wobei als wichtig zu bemerken, dass die *macula* der *pars basilaris* sich nicht allein an den Nervenknorpel hält, sondern mindestens die anstossende Hälfte der *membrana basilaris*, also mehr wie bei den Reptilien einnimmt.

Gehen wir nun zur Betrachtung des häutigen Gehörorganes der Säugethiere (Fig. 31. 32) und der Menschen, die keine wesentlichen Unterschiede zeigen, über, so ist es ausnehmend leicht, die bei ihnen vorkommenden Verhältnisse aus den bei den Vögeln gefundenen und somit auch aus denen der übrigen Wirbelthiere abzuleiten. Die beiden Abtheilungen, *pars superior* und *inferior* (Sack und Schnecke), sind auch hier wie bei den Vögeln, aber noch ausgeprägter, so gestellt, dass erstere nach hinten oben und etwas nach aussen, letztere nach vorne unten und innen gewandt ist. Die Communication zwischen den beiden ist wie bei den Wirbelthieren, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, eng, aber nicht mehr wie bei den Meisten, so auch bei den Vögeln, durch eine einfache, enge Oeffnung oder Spalte repräsentirt, sondern, wie bei den *Cyprinoiden* und vor allen den *Rajae*, durch eine eigenthümliche, enge Röhre, auf deren Verhältniss ich später wieder in Kurzem zu sprechen komme.

An der *pars superior* sehen wir nun zunächst insofern eine Differenz gegenüber der der Vögel auftreten, dass die Ampullen und die Bogengänge sich wieder mehr wie bei den Reptilien und den niederen Wirbelthieren in der Breite entfaltet haben, weniger nach aussen zusammengedrängt erscheinen, als bei diesen Thieren, so dass der Raum zwischen den vorderen Ampullen und der hinteren weiter wird, als es bei ihnen der Fall. Die beiden zusammenliegenden Ampullen sind vorne, oben und aussen (Fig. 31 *sag hor*), die hintere (Fig. 31 *fr*) unten, hinten und innen gelagert. Die horizontale (Fig. 31 *hor*) liegt nach aussen, hinten und unten von der sagittalen (Fig. 31 *sag*), die somit am höchsten und am weitesten nach vorne steht, gerade wie bei den Vögeln. Alle drei zeigen sich vollkommen übereinstimmend gebaut und besitzen gleichmässig geformte *cristae*, was bei keinem anderen Wirbelthiere der Fall, bei denen ja immer die horizontale durch ihre zungenförmige Ge-

stalt eine Abweichung darbot. Das Dach der sagittalen Ampulle kehrt nach hinten, der Boden nach vorne, das Dach der horizontalen nach aussen hinten, der Boden nach innen vorne, das Dach der hinteren, frontalen dagegen ist nach oben und ein wenig nach hinten, der Boden aber, dessen Mitte wieder die quere, wie bei den anderen Ampullen ein wenig an den Seitenwänden emporragende *crista* trägt, nach unten und etwas nach vorne gewandt. Die Bogengänge, von denen wir, wie bei den Vögeln, den nach oben vorne gerichteten, sagittalen (Fig. 31 *sag'*), den hinten unten gelegenen, frontalen (Fig. 31 *fr'*) und den aussen befindlichen, horizontalen (Fig. 31 *hor'*) unterscheiden, entfernen sich wie die Ampullen, noch weniger wie bei den Vögeln, etwa um 10—15° aus den entsprechenden Ebenen und zeigen ein gegenseitiges Lageverhältniss wie bei den übrigen Wirbelthieren, mit Ausnahme der Vögel. Der sagittale sowohl, wie der horizontale Gang, die beide, und namentlich ersterer, bei diesen Thieren ungemein lang sind, sind kürzer geworden, wenn sie auch an Länge noch immer den frontalen, hinteren übertreffen. Sie sind nicht flach wie bei den meisten Amphibien, Reptilien und Fischen, sondern schön kreisförmig gebogen, und die beiden verticalen münden in einem nach oben hinten hin offenen Winkel in die zarte, cylindrische, von oben hinten innen, nach unten vorne aussen verlaufende Commissur (Fig. 32 *co*), die viel länger als bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien, in ihrer relativen Länge viel mehr der der Knochenfische entspricht. Sie nimmt, wie bei den übrigen Wirbelthieren, das über und vor der frontalen Ampulle gelegene, hintere Ende des äusseren, horizontalen Ganges, das sich etwas trichterförmig erweitert, von aussen her am unteren Ende auf (Fig. 31). Die Einmündung geschieht auch hier nicht unter einem vollkommen rechten Winkel, sondern ist etwas nach vorne abwärts gekehrt. Die kurze, weite, ein wenig abwärts convexe Verbindungsröhre der frontalen, hinteren Ampulle verläuft von hinten unten nach vorne aufwärts, um unter einem nach abwärts offenen, flachen Winkel, ähnlich wie bei den Teleostiern, Fröschen, Schildkröten und Crocodilen, mit dem weiten, röhrenförmigen von aussen vorne, nach hinten innen ziehenden, ebenso kurzen *utriculus* (Fig. 32 *u*) zusammenzustossen und dort, von oben her kommend, die senkrecht einmündende Commissur aufzunehmen. Der *recessus utriculi* (*sacculus hemiellipticus*) befindet sich auch hier (Fig. 31. 32 *ru*) wieder medianwärts hinter und unter den zusammenstehenden Ampullen, die gemeinschaftlich von oben aussen und vorne in ihn münden, und zeichnet sich dadurch gegenüber dem der übrigen Wirbelthiere aus, dass er seine *macula* (Fig. 31) nicht vorzugsweise am Boden, sondern an der etwas nach hinten abwärts gewandten Aussenwand besitzt, die verdickt, abgeplattet erscheint und zur Aufnahme der Nerven dient, während die entgegengesetzte, nach vorne oben und

innen gekehrte und dem Knochen zugewandte Fläche sehr dünnhäutig ist. Die Grösse des *recessus* ist auch relativ bedeutender, als bei den meisten übrigen Wirbelthieren, somit auch die Ausdehnung der *macula*, und reicht wegen der Kürze des eigentlichen *utriculus* bis nahe an das untere Ende der Commissur.

Der *sacculus* (Fig. 31. 32 *s*), und damit beginne ich die Schilderung der *pars inferior*, gewinnt wieder bei den Säugern und dem Menschen gegenüber dem der Vögel eine beträchtlichere Grösse, ohne jedoch das Maass des Umfanges wie bei den niederen Wirbelthieren zu erreichen. Es ist eine rundliche, flache, an der Innenwand ausgehöhlte Schale, die glatt von der ausserordentlich zarten Aussenwand überspannt wird und nach unten und etwas medianwärts von dem Boden des *recessus utriculi* und des *utriculus* selber liegt, jedoch von der Röhre der alleinstehenden Ampulle (Fig. 31) durch einen Einschnitt getrennt erscheint. Die wie überall an der Innenwand befindliche *macula acustica* liegt unter, medianwärts und hinter der *macula* des *utriculus*, so dass also das typische Verhältniss der beiden auch hier, bei den höchsten Wirbelthieren, nicht aufgehoben wird. Was nun die Communication des *sacculus* mit der *pars superior* betrifft, so erwähnte ich bereits, dass dieselbe zu einer Röhre ausgezogen ist, die von der Unterwand der Vereinigung der Commissur, des *utriculus* und der Verbindungsröhre der frontalen, alleinstehenden Ampulle ausgeht, ausserordentlich eng ist, nach innen verläuft und sich hier einmal in den *ductus endolymphaticus*, die Vorhofswasserleitung (Fig. 32 *de*) ergiesst, andererseits aber mit einer aus dem oberen Ende des *sacculus* nach oben innen gehenden, trichterförmigen Ausstülpung, die ebenfalls in den *ductus* übergeht (Fig. 32), sich vereinigt. Die trichterförmige Fortsetzung des *sacculus* mit der feinen von der *pars superior* ausgehenden Röhre stellt, trotzdem dass beide in den *ductus endolymphaticus* übergehen, die Communication zwischen den beiden Abtheilungen des häutigen Gehörorganes dar, wie wir sie ähnlich nur bei den Rochen fanden. Ich habe dieselbe in der vorhergehenden Abhandlung ja ausführlich vergleichend anatomisch geschildert. Hinten unten sehen wir dann (Fig. 31 *cr*), wie bei den Vögeln und Crocodilen, die Sackwandungen sich trichterförmig ausziehen, um in eine gerade gestreckte, enge, kurze, cylindrische, zartwandige Röhre, den *canalis reuniens*, überzugehen, der nun nicht so senkrecht abwärts geht, wie bei den Vögeln, sondern nach hinten unten verläuft, um dann seine Anheftung an den Knorpeln des Schneckenrohres und aussen an der *membrana Reissneri*, wie bei den Vögeln und Crocodilen, zu finden und somit mittelst seines *lumen* den Binnenraum des *sacculus* mit der *scala cochlearis s. scala media* zu verbinden.

Die Schnecke selber, deren Anfang gerade so nach hinten unten von dem Sacke gelagert ist, wie bei den übrigen Vertebraten, ist ein gerade

wie bei Crocodilen und Vögeln nach vorne und medianwärts gekrümmtes Rohr, dessen Convexität, die sich namentlich in dem oberen Theile, im Bereiche der ersten Windung am *promontorium* findet, nach aussen, etwas abwärts und hinten gerichtet ist, und dessen Concavität natürlich im entgegengesetzten Sinne sich findet, unterscheidet sich im Wesentlichen nur darin, dass es colossal in die Länge gewachsen, nicht einfach eine halbe, lang gezogene Spiralwindung macht, sondern auf kleinem Raume zusammengedrängt beim Menschen $2^1/_2$, bei den Säugern bis zu 4 Spiraltouren beschreibt, und zwar mit dem Stamme des *acusticus* als Axe. Immerhin ist aber das Verhältniss so, dass das Ende der Schnecke (Fig. 31 *lag*), die *lagena*, der häutige Kuppelblindsack, wie bei den nächsten Classen, nach unten vorne und innen von dem Anfange der ersten Windung am *canalis reuniens* zu liegen kommt. Im Uebrigen bietet das Schneckenrohr, dasselbe gerade gestreckt gedacht, wie bei den niederen Reptilien, mit Bezug auf seine Lage darin eine Differenz gegenüber den Vögeln und Crocodilen, deren Schnecke wir uns auch gerade gestreckt vorstellen müssen, dar, dass die *membrana Reissneri* nicht wie bei ersteren nach vorne aussen, die *membrana basilaris* nach hinten innen, der Nervenknorpel nach innen vorne, der dreieckige, das *ligamentum spirale* nach aussen hinten gewandt ist, sondern wie bei den Fröschen und niederen Reptilien sehen wir, und das tritt deutlich an der natürlich gewundenen Schnecke, am Beginne derselben, am *canalis reuniens*, also am Beginne der *scala tympani* und *vestibuli*, zu Tage, dass die *membrana Reissneri* nach aussen und etwas abwärts, die *basilaris* nach innen und etwas nach oben, der Nervenknorpel, der *limbus spiralis cartilagineus* nach unten vorne und etwas nach aussen, der dreieckige, das *ligamentum spirale* dem entsprechend nach hinten oben und etwas nach innen sieht. Die beiden Knorpel würden also, wenn das Gehörorgan wie bei den niederen Reptilien senkrecht, statt von oben hinten nach unten vorne stände, wie bei ihnen vorne (*limbus spiralis cartilagineus*) und hinten (*ligamentum spirale*) liegen. Natürlich ändern sich wegen der ausgeprägten spiraligen Windungen der übrigen Theile des Schneckenrohres diese Lagerungsverhältnisse, doch sind diese leicht zu abstrahiren, so dass ich darauf keine Rücksicht zu nehmen brauche. Dass sich die Schneckenröhre der Säuger und des Menschen in eine *pars basilaris* (Fig. 31. 32 *pb*) und in eine *lagena* (Fig. 31. 32 *lag*) theilt, brauche ich wohl kaum zu erwähnen, ebensowenig dass erstere vorzugsweise ausgewachsen ist. Die *lagena* hat sich dagegen nicht blos nicht fortgebildet, sie ist auch nicht einmal in ihrer Ausbildung stationär geblieben, sondern wir finden dieselbe einmal häutig geworden (häutiger Kuppelblindsack) und dann scheinbar reducirt. Sie ist hier nicht ampullenförmig erweitert, sondern

stellt mehr das einfach blindgeschlossene Ende des cylindrischen Schneckenrohres dar.

Die *pars basilaris* bildet auch bei den Säugern und Menschen, wie bereits angedeutet, einen Knorpelrahmen mit einem anfänglich vorne oben gelegenen Nervenknorpel oder *limbus spiralis cartilagineus* und einem hinteren, unteren, dreieckigen, dem *ligamentum spirale*, die sich wie bei den Vögeln und Crocodilen am oberen Schneckenende vereinigen. In der Lichtung desselben gegen die *scala tympani*, also nach innen gewandt, spannt sich die vom Anfange der Schnecke bis zum Ende derselben, dem Kuppelblindsacke, allmählig und gleichmässig an Breite zunehmende *membrana basilaris*, während nach aussen, zwischen den äusseren Theilen des Nerven- und dreieckigen Knorpels, dem *limbus cartilagineus* und dem *ligamentum spirale*, an der *scala vestibuli* sich die nicht länger quergefaltete, sondern in der ganzen Ausdehnung glatte, zarte *membrana Reissneri* ausspannt. Alle diese Bestandtheile gehen dann, gleichmässig sich verdünnend, respektive verdickend, in den Kuppelblindsack oder die *lagena* über und begrenzen einen wie bei den Vögeln und Reptilien im Ganzen genommen vierseitig prismatischen Raum, die *scala media s. cochlearis*. Die Binnenfläche des Nervenknorpels, des *limbus spiralis cartilagineus*, giebt die vordere, das *ligamentum spirale* die hintere, die *membrana Reissneri* die äussere, die *basilaris* die innere Wand ab. Oberhalb der Anheftung des *canalis reuniens* (Fig. 31 *cr*) finden wir dann noch ausgeprägter, wie bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren, die bogenförmige Vereinigung der Knorpel des Rahmens mit einem Theile der Basilarmembran und der Reissnerschen sich zu einem kurzen, nach oben hinten gewandten und etwas aufwärts convexen Blindsacke, dem Vorhofsblindsack, sich erheben und dieser lagert sich ähnlich wie der Anfang der Schnecke bei den Crocodilen im Wesentlichen vor die hintere, alleinstehende Ampulle bis an die anliegende Krümmung des horizontalen Ganges. Wegen der schrägen Richtung des gesammten Labyrinthes liegt derselbe zugleich ein wenig höher als die Ampulle und etwas nach vorne von ihr. Was nun die *macula acustica* des Schneckenrohres, des *organon Corti* der Autoren, betrifft, so finden wir, dass dieselbe nicht wie bei den übrigen höheren Wirbelthieren, von den Schlangen angefangen, theilweise auf der *membrana basilaris*, theilweise auf dem Nervenknorpel, dem *limbus spiralis cartilagineus* ruht, sondern wir sehen, dass sie den grössten Theil der *membrana basilaris*, vom Ansatze an den Nervenknorpel angefangen, einnimmt und das ist ein interessantes Verhalten, da wir wissen, dass von den Schlangen bis zu den Vögeln ein immer grösserer Theil der Basilarmembran die Nervenendapparate trägt, die sich nun nicht bis in den Grund des Kuppelblindsackes, der *lagena*, wie bei den übrigen Vertebraten, sondern nur bis

an die Grenze desselben erstreckt, so dass also die *lagena* der Säuger und der Menschen im Gegensatze zu der der übrigen Wirbelthiere nicht von Zweigen des *acusticus* versorgt wird.

So haben wir denn die Morphologie des häutigen Labyrinthes des ursprünglich wie in früher, embryonaler Periode einfachen Gehörbläschens durch die gesammte Thierreihe hindurch verfolgt, und es bleibt uns, nachdem ich auch die *maculae* und *cristae acusticae* geschildert, noch das Verhalten der sonst noch mit blossem Auge sichtbaren Theile zu betrachten übrig. Wir finden bei *Myxine glutinosa* sowohl auf der *macula* als auf den *cristae acusticae* bröcklige Otolithenmassen, die jedoch bereits den *cristae* der Neunaugen, wie den Ampullen der übrigen Wirbelthiere fehlten. Bei ihnen finden wir die Otolithen nur an der *macula recessus utriculi*, *sacculi* und *cochleae* und zwar in derselben Weise, als zusammenhängende Kalkmasse, bei den Teleostiern, während wir dagegen bei den Plagiostomen Anhäufungen von einzelnen Kalkkrystallchen, Otolithenmassen finden. Solche finden wir auch bei den Amphibien im *recessus utriculi*, im *sacculus* und im Endtheile der Schnecke, der *lagena*, die ja das Homologon der Schnecke der Fische ist, allein bei *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* gesellt sich eine solche auch für den Anfangstheil der Schnecke hinzu, die aber bei den *Ranae* wieder verschwunden. Von diesen Thieren an bis zu den Säugern finden wir dann nur Otholithenmassen im *recessus utriculi*, im *sacculus* und im Schneckenende, der *lagena*, dem häutigen Kuppelblindsacke und in dem letzteren des Menschen und der Säuger finde ich auch davon keine Spur, so dass bei ihnen die ganze Schnecke frei von Kalkkrystallen ist. Dabei finden wir dann immer und überall, dass die Otolithen oder Otolithenmassen, und das gilt namentlich für den *sacculus*, den Binnenraum desselben nahezu auszufüllen, so dass nur geringe Flüssigkeitsmassen (*Endolymphe*) zwischen ihnen und der Sackwandung bleiben. Im *recessus utriculi* und in der *lagena* ist das viel weniger der Fall. Die Otolithen ruhen dabei immer den *maculae* und deren Umgebung auf und werden, selbst wenn sie aufrecht stehen, daran festgehalten und zwar dadurch, dass sie sich auf die immer gekrümmte Unterwand, den Boden, respektive auf die Aussenwand stützen.

Der Nervenstamm, der bei den Neunaugen und vielleicht auch zum Theil bei den Teleostiern mit dem *facialis* oder einem Aste desselben an die Gehörblase herantritt, theilt sich bei den *Cyclostomen* im Wesentlichen in drei Gruppen, eine mittlere für das *vestibulum* bei *Myxine*, für den *recessus cochleae* und *sacculi* bei den Neunaugen, und zu dieser gesellt sich der Facialisast für das Flimmerepithel des Vorhofs, und in eine vordere und hintere für die vordere und hintere Ampulle bei *Myxine*, für dieselben bei den Neunaugen, ausserdem aber für den *recessus utriculi*

vorne (Taf. XXIII, Fig. 3). Bei den Teleostiern herrscht noch ein ähnliches Verhältniss. Die mittlere Astgruppe versorgt den *sacculus* und die Schnecke, und mit dieser verläuft der Ast für die *pars basilaris* (Retzius). Der hintere Zweig, der innig mit der mittleren Gruppe vereinigt ist, versorgt die hintere Ampulle, der vordere den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Alle Aeste stehen bei sämmtlichen Wirbelthieren mit bipolaren Ganglienzellmassen in Verbindung. War nun bei den Knochenfischen bereits eine innige Verbindung des hinteren Astes mit dem mittleren nachweisbar, so ist das bei den Plagiostomen noch mehr der Fall, bei denen der mit mächtigen Ganglienmassen versehene *acusticus* sich in zwei Zweige, einen vorderen und hinteren, theilt (Fig. 10). Der hintere versorgt den *sacculus,* die Schnecke und die alleinstehende, frontale Ampulle, der vordere den *recessus utriculi* und die vorderen Ampullen. Dieses Verhältniss wiederholt sich bei den Amphibien, nur dass bei *Siredon* und *Triton* der hintere Ast auch den Anfangstheil der Schnecke und vielleicht bei *Salamandra,* gewiss bei *Rana,* die *pars basilaris,* also die Gesammtschnecke versorgt. Ganz dasselbe Verhältniss des vorderen und hinteren Astes findet sich bei den Reptilien, ja bei den Eidechsen hat sogar jeder Ast sein Ganglion. Wir finden nun aber, dass, während der hintere Ast, welcher die Schnecke versorgt, bei *Rana* für die drei Abtheilungen gesonderte Zweige abgiebt, derselbe bei den Eidechsen und Schlangen zwei aussendet, einen für die *lagena* und den Anfangstheil gemeinsam, den zweiten für die *pars basilaris,* und bei den Schildkröten und Crocodilen sehen wir dann den *ramus cochlearis* so sich vertheilen, dass ein Ast für die *pars basilaris,* einer einigermassen selbständig für die *lagena* bestimmt ist. Im Uebrigen versorgt der hintere Ast auch bei diesen Thieren den *sacculus* entweder ganz oder zum Theil und ausserdem die hintere Ampulle, während der vordere beibleibt sich an dem *recessus utriculi* und den vorderen Ampullen zu verzweigen. Bei den Crocodilen giebt dieser dann auch einen Ast an den *sacculus* ab. Bei den Vögeln ist keine strenge Scheidung in einen vorderen und hinteren *ramus* mehr vorhanden, sondern wir finden den Gehörnerven aus einer Menge dünnerer und dickerer Aeste für die einzelnen, Nerven tragenden Theile zusammengesetzt, von denen sich ein unterer, dickerer als *nervus cochlearis* abtrennen lässt, der dann vorzugsweise die *pars basilaris* und mit einem in geringem Masse selbständigen Ast die *lagena* versorgt, während die übrigen gesondert zu den vorderen Ampullen, der hinteren, dem *recessus utriculi* und dem *sacculus* ziehen. Alle diese Zweige stehen wieder mit Ganglienmassen in Verbindung. Diese feinen Zweige des *acusticus* werden nun wie die beiden Schneckenäste bei den Säugern und den Menschen zu zwei grossen Zweigen, dem *ramus cochlearis* und *vestibularis* zusammengefasst, von denen jener die Gesammtschnecke mit

Ausnahme des Kuppelblindsacks versorgt, während dieser sich an allen übrigen Theilen verbreitet, mit einem Zweige an die hintere Ampulle, mit einem an den *sacculus* und mit einem mehr zusammenhängenden und erst später sich theilenden an den *recessus utriculi* und an die zusammenliegenden Ampullen geht.

Bevor ich mich nun nach dieser Schilderung der morphologischen Verhältnisse zur Darstellung der vergleichenden Histologie des häutigen Gehörorganes wende, möchte ich auf zwei, durch die gesammte Wirbelthierreihe, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, gehende Umstände aufmerksam machen und das ist einmal, von den Knochenfischen angefangen, die ungemeine Selbständigkeit des *sacculus* und der Schnecke, der *pars inferior* gegenüber der *superior*, die ja aus den Bogengängen, den Ampullen, dem *utriculus* mit seinem *recessus*, der Commissur und der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle besteht, und dann der Umstand, dass die *pars superior* zum überwiegenden Theile denjenigen Partien der Labyrinthknochen unmittelbar anliegt, die am unmittelbarsten den Schallwellen ausgesetzt sind. Sack und Schnecke liegen dagegen, von den Amphibien angefangen, vorzugsweise im Bereiche eines eigenen Schallzuleitungsapparates, dessen Schwingungen mehr oder minder mit der Schallwellenbewegung correspondirend zunächst die Bewegungen einer Flüssigkeit, der *Perilymphe*, auslöst, die sich bei allen mit eigenen Schallzuleitungsapparaten versehenen Thieren in beträchtlicher Menge zwischen ihnen und namentlich dem häutigen *sacculus* und der Schnecke befindet, und diese Bewegung muss sich dann vor allem der Aussenwand der soeben genannten Theile und somit der im Binnenraume befindlichen Flüssigkeit, der *Endolymphe*, mittheilen. Diese anatomische Sonderung des Gehörbläschens in eine obere und untere Abtheilung, dieses interessante Verhältniss der *pars superior* zum Knochen, namentlich des Schädeldachs, der *inferior* zum Schallzuleitungsapparate, also die fast vollständige Trennung des *cavum endolymphaticum* der oberen, des Bogenapparates oder des eigentlichen Labyrinthes von dem der unteren, des *sacculus* und der Schnecke, ferner die ausserordentliche Ausdehnung, die das *cavum perilymphaticum* sämmtlicher mit einem Schallzuleitungsapparate versehenen Thiere nach aussen von der *pars inferior* erfährt, so dass sich dasselbe nur in geringer Ausdehnung, am meisten noch bei den vorzugsweise im Wasser lebenden, höheren Wirbelthieren (*Perennibranchiaten, Ranae, Chelonia, Crocodilia*) an der *pars superior* nach oben fortsetzt und somit die *Perilymphe* im Wesentlichen sich nur an die Aussenwand des *sacculus* und der Schnecke hält, weist das nicht auf eine gewisse Differenz in der physiologischen Bedeutung dieser Theile hin? Gesetzt, der dem Knochen anliegende Theil der *pars superior* würde in Bewegung gesetzt und mit ihm die Endolymphe, so würde sich diese kaum durch die enge

Communication, die nur bei den Amphibien ein wenig weiter ist, immerhin aber ein geringes Caliber besitzt, nach unten in den *sacculus*, geschweige denn in die Schnecke fortsetzen können und umgekehrt, wenn durch den Schallzuleitungsapparat die Perilymphe sich ausserhalb des *sacculus* und der Schnecke in Bewegung setzte, würde diese Bewegung bei den meisten Wirbelthieren, namentlich den auf dem Lande lebenden, sich schwer nach oben der Perilymphe der *pars superior*, wegen ihrer Geringfügigkeit und weil dieselbe meistens von einem perilymphatischen, bindegewebigen Maschennetze durchzogen ist, mittheilen können, ebensowenig wie die durch die Perilymphe hervorgerufene Bewegung in der Endolymphe des *sacculus* und der Schnecke sich abermals wegen der Enge der Communication nach oben in die Endolymphe der oberen Abtheilung fortpflanzen könnte.

So glaube ich denn, dass, von den Teleostiern angefangen, die physiologische Funktion der beiden Abtheilungen des Gehörorganes, *sacculus* und Schnecke einerseits, *recessus utriculi* und Ampullen andererseits, denn alle diese sind Träger der Nervenendapparate, so gut wie vollkommen getrennt bestehen und somit auch gesondert betrachtet werden müssen. Ich glaube den Satz so formuliren zu können, dass bei denjenigen Thieren, bei denen zwei Schallleitungen bestehen, einmal durch die Knochen des Schädels, speciell des Daches, und zweitens durch einen eigenen Schallzuleitungsapparat (*columella*, Gehörknöchelchen), die *pars superior*, im Wesentlichen der Kopfknochenleitung dient, während die *pars inferior* vorzugsweise dazu bestimmt ist, die durch den Schallzuleitungsapparat hervorgerufene Bewegung zur Perception zu bringen. Dafür spricht dann auch ferner der Umstand, dass Hand in Hand mit der durch die ganze Wirbelthierreihe constant bleibenden, vielleicht sogar mit der immer tieferen Einbettung des Gehörorganes in Knochenmasse zunehmenden Unvollkommenheit der Kopfleitung, die *pars superior* nur in den niederen Klassen eine gewisse Fortbildung erfährt, dann aber im Wesentlichen stationär, mit Bezug auf die *pars inferior* aber zurückbleibt, während Hand in Hand mit der immer grösseren Vollkommenheit des Schallzuleitungsapparates eine immer grössere Vollkommenheit, eine immer grössere Ausbildung der *pars inferior* stattfindet.

Der zuerst ausgesprochene Satz von der differenten, physiologischen Funktion der *pars superior* und *inferior*, namentlich aber von den ausschliesslichen Beziehungen der unteren Abtheilung des Gehörapparates zum Schallzuleitungsapparate und der oberen zu den Kopfknochen hat nun aber vorzugsweise, wie ich hier gleich vorausschicken will, Geltung für die Landthiere, während sich für die im Wasser lebenden keine solche Ausschliesslichkeit der Beziehungen nachweisen lässt, und das möchte ich als einigermassen interessant wohl hervorheben, und für die *Perennibran-*

chiaten, *Ranae*, *Chelonia*, *Crocodilia* wäre der Satz dahin zu ändern, dass Schallzuleitungsapparat und *pars inferior*, Kopfknochen und *pars superior* wohl zusammengehören, aber nicht ausschliesslich. Das zeigt das Verhalten vor allem des *cavum perilymphaticum*, das bei diesen Thieren auch in ziemlicher Ausdehnung an der *pars superior* vorhanden ist, so dass Schallwellen, die die Kopfknochen treffen, diese Flüssigkeit und somit auch *per continuitatem* die an der *pars inferior* in Bewegung setzen werden, ebenso wie durch den Schallzuleitungsapparat hervorgerufene Bewegung der Perilymphe in Sack und Schnecke sich nach oben in die Perilymphe der *pars superior* und somit auf deren Nervenendapparate in den Ampullen und dem *recessus utriculi* fortpflanzen wird. Diese Andeutungen mögen genügen und es wäre interessant weiter zu verfolgen, in wie weit die Gleichmässigkeit des Medium, in welchem der in Flüssigkeitsmassen gelagerte Gehörapparat der im Wasser lebenden Thiere gegenüber dem der auf dem Lande lebenden auf den anatomischen Bau einwirkt.

Wie verhält es sich nun mit den Teleostiern, Ganoiden und Plagiostomen, die ja keinen gesonderten Schallzuleitungsapparat besitzen und dennoch die Trennung in eine *pars superior* und *inferior* nachweisen lassen, und wie bei den *Cyclostomen*, wo weder ein eigener Schallzuleitungsapparat, noch eine Trennung am Gehörorgane vorhanden, sondern die Schallwellen ausschliesslich durch Schwingungen der Kapsel des häutigen Labyrinthes fortgepflanzt werden? Bei ihnen werden natürlich sämmtliche Nervenendapparate durch die Schwingungen der sie umschliessenden Kapsel, sei dieselbe nun knorplig oder knöchern, angesprochen und zwar, wie bei den übrigen Wirbelthieren, dadurch, dass die von den Schallwellen in Schwingung versetzte Kapsel entweder direkt diese Bewegung auf die Wand des Gehörbläschens und somit auf die endolymphatische Flüssigkeit, oder indirekt durch Vermittlung der Perilymphe überträgt. Die Bewegung der Endolymphe theilt sich dann den in ihnen befindlichen Otolithenmassen mit und zwar in dem Sinne, dass correspondirend der Bewegung der Flüssigkeit eine Verschiebung derselben an den Oberflächen der *maculae* oder *cristae acusticae* stattfindet, die dann an den Nervenendapparaten unmittelbar das Auslösen des Nervenvorganges zur Folge haben muss. Es fragt sich nun aber, sind die Schwingungen der Gehörkapsel, hervorgerufen durch die die Kopfoberfläche treffenden Schallwellen, das einzige primär Bedingende der Auslösung der Bewegung der sämmtlichen Nervenendapparate bei den Fischen, oder gesellen sich dazu noch, wie bei den übrigen Wirbelthieren, die Bewegungen eines Schallzuleitungsapparates irgend welcher Art, aber besonders dazu bestimmt, den Nervenvorgang an den Nervenendapparaten des *sacculus* und der Schnecke auszulösen, und wie ist es denkbar, da mit wenigen in die Augen fallenden Ausnahmen (Teleostier

und Ganoiden), die incompressible peri- und endolymphatische Flüssigkeit in geschlossenen Kapseln (knöchernes und häutiges Gehörorgan) eingeschlossen ist, dass die Schallwellen überhaupt die Gehörkapsel in Bewegung setzen können und dass sich diese Bewegung durch die beiden Flüssigkeiten und durch die Wandung des häutigen Labyrinthes in gleicher Weise auf die Nervenendapparate fortpflanzen kann? Es muss entweder einen oder mehrere Wege geben, auf denen entweder die Peri- oder die Endolymphe oder beide zugleich nach aussen ausweichen können. Ferner wodurch wird es erreicht, dass nicht allzu starke Schwingungen des Gehäuses oder des besonderen Schallzuleitungsapparates entsprechend übermässige, für die Nervenendapparate Gefahr bringende Bewegungen in der endolymphatischen Flüssigkeit und den Otolithenmassen, die ja einem grossen Theile der Nervenausbreitungen aufruhen, veranlassen? Ist das Ohr mit solchen Schutzapparaten versehen, die namentlich wichtig, wenn die besonders leicht in ausgiebige Schwingungen gerathenden, besonderen Schallzuleitungsapparate (Trommelfell und Gehörknöchelchen) nicht wie bei den Menschen und Säugern, allenfalls noch bei den Vögeln durch besondere Muskeln in ihren Bewegungen regulirt werden können? Was die erste Frage betrifft, so finden wir bei allen Wirbelthieren Abflusswege für den *liquor perilymphaticus*, sei es, dass derselbe, wie bei den meisten Wirbelthieren, durch ein offenes *foramen rotundum*, oder durch die *apertura aquaeductus vestibuli* und die Eintrittsstelle des Nerven, wie bei den Fischen, oder durch den *meatus auditorius internus* und den *aquaeductus cochleae*, wie bei den höher stehenden Vögeln, den Säugern und den Menschen, entweichen kann. Damit ist die Möglichkeit der Bewegung sowohl der peri- als der endolymphatischen Flüssigkeit entsprechend der Bewegung vor allem der Schallzuleitungsapparate und somit die Möglichkeit der Bewegung an den Enden der Nervenausbreitungen gegeben, und was dann die zweite Frage betrifft, so besitzen wir darin auch einen Schutzapparat für das Uebermaass der Bewegung, indem durch den Abfluss eines Theiles der in Bewegung gesetzten Perilymphe durch den *ductus perilymphaticus* nach aussen die Gewalt gebrochen werden kann. Allein noch ein Zweites gesellt sich hinzu. Wenn dieser Schutzapparat nicht ausreichen sollte, so besitzen wir in der Vorhofswasserleitung, dem *ductus endolymphaticus*, ebenfalls einen solchen, dem ich, abgesehen von anderem, auch diese physiologische Bedeutung vindiciren möchte.

Betrachten wir nun nach diesen Auseinandersetzungen etwas näher die Consequenzen, die sich innerhalb der einzelnen Thierclassen aus den morphologischen Verhältnissen des häutigen Gehörorganes mit Bezug auf die Gehörempfindung ziehen lassen, so finden wir, von den *Arthropoden* abgesehen, deren Gehörorgan in vielen Beziehungen eigenartig ent-

wickelt von den bei den Wirbelthieren vorkommenden Verhältnissen sich entfernt, dass bei den Wirbellosen, mit Ausnahme der *Cephalopoden*, die Schallwellen entweder direkt oder indirekt durch Vermittlung der umgebenden Weichtheile, die Wandungen der Gehörblase und somit die Endolymphe oder bei denen mit offener Blase ohne weiteres diese selbst und dann den Otolithen, oder die Otolithenmassen in Schwingungen versetzen, die sich darauf unmittelbar, wie wir annehmen müssen, der Gesammtmasse der sonst unbeweglichen Gehörhaare, den Endapparaten des *acusticus* in der *macula* mittheilen und durch sie auf die letzten Nervenenden übertragen werden. Besitzen nun sämmtliche Gehörhaare dieselbe Länge, dieselbe Stärke, die gleiche Elasticität und chemische Zusammensetzung, so werden sämmtliche Nerven gleichmässig erregt und es wird eine einfache, ich möchte sagen qualitative Gehörempfindung zu Stande kommen. Zeigen jedoch dieselben, wie es von den *Arthropoden* nachgewiesen (es wäre das ein wichtiger Gegenstand der Untersuchung und es lässt das besonders, mit Bezug auf das Gehörorgan, die Gliederthiere eigenartig erscheinen) alle oder zum Theil bestimmte gesetzmässige Längen-, Dicken- oder Elasticitätsunterschiede, so kann man annehmen, dass diese nur auf bestimmte Schwingungen, auf eine gewisse Zahl derselben in der Zeiteinheit in Bewegung gerathen, somit auch nur dann die Nervenenden erregen und besondere Gehörempfindungen auslösen, die man bei den Insekten als Tonempfindung, als quantitativ, wie ich sie nennen möchte, betrachten muss. Denkbar wäre so etwas, wenn bisher auch noch keine Beobachtung, mit Ausnahme wie gesagt bei den *Arthropoden*, meines Wissens dafür spricht, und wenn ich auch aus vergleichend anatomischen Gründen nicht geneigt bin, bei den Wirbellosen, von denen der Typus der Wirbelthiere sich ableitet, eine solche Differenz in den Nervenendapparaten anzunehmen, da bei den Vertebraten in der Länge der Gehörhaare, sei es auf den *cristae*, sei es an den *maculae acusticae*, durchaus keine Unterschiede zu entdecken sind und man somit nicht ohne Weiteres die Befunde bei den in anderen Richtungen entwickelten, frühzeitig in der Classe der Wirbellosen abgezweigten Gliederthiere auf die übrigen Evertebratenclassen oder einen Theil derselben übertragen kann.

Bei den *Cephalopoden* finden wir, wenn die Schallwellen bis zu der Stelle, wo das Gehörorgan befindlich, vorgedrungen, nicht die, wie bei den übrigen Wirbelthieren, direkt vom Integumente oder von Weichtheilen überlagerte Wand des Gehörbläschens in Schwingungen gesetzt, sondern sie treffen zuerst die Kapsel desselben. Mit diesem geschlossenen Gehäuse sehen wir dann gleichzeitig den den Knorpel durchbohrenden Canal auftreten, der der Endolymphe auszuweichen gestattet und von dem ich vermuthete, dass er dem *recessus labyrinthi*, dem *aquaeductus*

vestibuli, oder dem *ductus endolymphaticus* der Wirbelthiere homolog. Mindestens ist seine physiologische Bedeutung die Gleiche. Die Schwingungen der Kapsel lösen die Bewegung der Perilymphe und diese durch die zarte Wand des Gehörbläschens, die gerade wegen ihrer Feinheit kein Bewegungshinderniss abgiebt, die Bewegung der Endolymphe aus, und diese theilt sich dann den Gehörhaaren der *crista* und den Otolithen der *macula* und somit der Gesammtmasse der Haare dieser mit. Die Nervenendapparate sind also getheilt, es vermag jede Gruppe derselben den Nervenvorgang auszulösen und so kann sich die Erregung von jeder der zwei Nervenausbreitungen zum Centralorgane fortpflanzen und hier in Gehörempfindung umgesetzt werden, die dann möglicherweise nicht länger einfach, sondern nach zwei Richtungen hin sich geltend macht. In welcher Weise nun aber, darüber wage ich bei diesen Thieren kaum eine Vermuthung. Vielleicht ist die Thatsache der doppelten Nervenausbreitung mit der Möglichkeit in Zusammenhang zu bringen, eine bestimmte Richtung, aus der die Schallwellen kommen, zu empfinden, wie dazu, wie wir gleich sehen werden, schon die niedersten Wirbelthiere im Stande sind.

Bei den *Cyclostomen* löst, wie bei den *Cephalopoden*, die Bewegung der Knorpelkapsel die Bewegung der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit aus, ja bei den Neunaugen, wegen der direkten Anlagerung der Bogengänge, der Vestibularsäcke und der Ampullen an die Knorpelwand, direkt die Bewegung der Endolymphe. Es ist namentlich der obere äussere Theil der Kapsel, auf den die Schallwellen, als auf den am oberflächlichsten gelagerten, treffen. Dieser wird daher zunächst in Schwingungen versetzt und somit bei *Myxine* auch die Endolymphe der oberen Hälfte des ringförmigen Gehörbläschens und bei den Neunaugen die der beiden Bogengänge und die Flüssigkeit in der mit den Vestibularsäckchen communicirenden Commissur. Bei den *Myxinoiden* wird sich somit die Bewegung der Endolymphe nach vorne und hinten abwärts in die vordere und hintere Ampulle und über die im Ganzen queren *cristae* derselben in das *vestibulum*, an die *macula* fortpflanzen und an allen dreien die Otolithenmassen und somit die Gesammtheit der Nervenendapparate derselben in Bewegung setzen. Diese lösen dann den Nervenvorgang aus, der sich von jeder Nervenausbreitung, den *cristae* und der *macula* isolirt zum Gehirn fortpflanzen und hier wohl auch eine gesonderte Gehörempfindung auslösen kann. Da die *cristae* in den Ampullen vorne, respektive hinten aussen gelagert sind, die *macula* dagegen unten innen, so könnte dies das Thier befähigen, Schallwellen, die von vorne aussen, hinten aussen und von oben aussen kommen, zu unterscheiden, da diese sich je nachdem zuerst und leichter gegen die vordere äussere, oder die hintere äussere *crista*, respektive gegen die unten innen

befindliche *macula* fortpflanzen können. Das, scheint mir, tritt noch klarer bei den Neunaugen zu Tage, bei denen die vordere und hintere Ampulle für die Bewegung der Endolymphe eine, ich möchte sagen, gesonderte Leitung in den zugehörigen Bogengängen besitzen, die ja der Knorpelkapsel oben anliegen, wo dieselbe am ersten und leichtesten von den Schallwellen getroffen wird und zwar so, dass die von vorne aussen kommenden sich durch die Bewegung der Endolymphe des vorderen Bogenganges in die vordere Ampulle und deren *crista* fortpflanzen kann, während dasselbe mit dem von hinten aussen kommenden, dem hinteren Bogengange und der hinteren Ampulle mit ihrer *crista* der Fall ist. Allein auch die gerade von aussen treffenden Schallwellen vermögen eine gesonderte Empfindung zu erregen, dadurch, dass sie durch die Bewegung der Endolymphe in der Commissur in die Vestibularsäckchen und somit auf die Otolithenmassen des am Boden befindlichen *recessus utriculi, sacculi* und *cochleae* und deren ungetheilte *macula acustica* sich fortsetzen können. Damit nun, dass diese Thiere wegen der eigenthümlichen Lagerungsweise der einzelnen Nervenausbreitungen und deren Zuleitewege die Möglichkeit der Empfindung der aus bestimmten Richtungen kommenden Schallwellen besitzen, soll keineswegs gesagt sein, dass dann ausschliesslich die entsprechenden Nervenausbreitungen in Aktion treten. Das ist nicht der Fall, es wird der Gehörempfindung nur ein bestimmtes Localzeichen aufgedrückt. Es ist auch dadurch ausgeschlossen, dass die Gehörkapsel wegen ihrer Continuität und somit auch der Inhalt *in toto* in Bewegung geräth, wenn diese auch an dem Orte der Erregung zuerst auftritt und von dort sich durch die anliegende Leitungsbahn der Endolymphe an der zugehörigen Nervenausbreitung zuerst geltend macht.

Bei den Teleostiern, den Ganoiden und Plagiostomen treffen nun die Schallwellen unmittelbar den oberen Theil der Gehörkapsel, der einen Theil des Schädeldaches bildet. An ihm liegt unmittelbar die convexe Wandung des sagittalen Bogenganges vorne, des frontalen hinten, des horizontalen aussen, ferner innen das obere Ende der Bogengangcommissur, so dass alle diese bei Schwingungen der Gehäusewand mit ihrer endolymphatischen Flüssigkeit direkt in Bewegung gerathen, die sich dann durch die Bogengänge in die entsprechenden Ampullen mit ihren queren frei in das *lumen* senkrecht ragenden *cristae* und deren Nervenausbreitung und durch die Commissur, die von oben hinten, nach unten vorne verläuft, direkt durch den nahezu in gleicher Richtung ziehenden *utriculus*, abgesehen von der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, die ungünstiger angeordnet ist, gegen den auf der *macula* des *recessus utriculi* befindlichen Otolithen oder die Otolithenmasse und somit auf die Gesammtheit der Nervenendapparate derselben fortpflanzen kann. Die Ampullen und die Bogengänge sind dabei, wie bei den *Petromyzonten*,

nach aussen vorne, nach aussen hinten und gerade nach aussen gerichtet, während die Commissur und der *recessus* mit seiner *macula* im Wesentlichen nach oben sich kehrt und so, glaube ich, werden nicht blos gesonderte Empfindungen von den von vorne aussen, hinten aussen und von aussen her auftreffenden Schallwellen, wie bei den Neunaugen, sondern auch mittelst der Commissur und der *macula utriculi* eine solche von den von oben her kommenden zu Stande kommen können.

Nun hat sich ja aber die *macula vestibuli* bei allen diesen Thieren, während sie bei den *Cyclostomen* ungetheilt war und von den von oben aussen kommenden Schallwellen vorzugsweise getroffen wurde, vollständig in eine *macula utriculi*, deren Funktion ich eben behandelt, und in eine *macula sacculi* und *cochleae* mit entsprechend gesonderten Otolithen und Otolithenmassen getrennt und beide sind, wie bekannt, mit den Räumlichkeiten des häutigen Gehörorganes, in denen sie sich befinden, *sacculus* und *cochlea*, fast vollkommen von den oberen abgeschieden, so dass die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit sich nur schwer, wenn überhaupt, in die unteren Räume, in die *pars inferior* fortpflanzen kann. Wodurch werden denn diese ausgedehnten Nervenausbreitungen erregt? Damit komme ich wieder auf die anfangs von mir aufgeworfenen Hauptfragen zurück. Trotzdem dass der Theil der Kapsel, welcher sie umschliesst, weit getrennt von der Oberfläche des Schädels, der Körperoberfläche überhaupt, an der Schädelbasis befindlich, wird derselbe doch wohl wegen der Continuität mit dem Theile der Gehörkapsel, der am Schädeldache zuerst von den Schallwellen direkt getroffen wird, ebenfalls in Bewegung gerathen, allein ich glaube, das Maass der Bewegung wird, einmal wegen der grossen Entfernung, zweitens aber, weil die Kapsel wegen der Nahtverbindungen der Knochen unter sich und mit benachbarten nicht homogen ist, geringfügiger sein. Somit, glaube ich, hat man an etwas Anderes zu denken und darauf weisen vor allen Dingen die *Clupeiden* hin. Bei diesen Thieren bildet der den Sack und die Schnecke umschliessende Theil der Gehörkapsel die Binnenwand der Rachenkiemenhöhle, was mehr oder minder auch bei den übrigen der Fall, und so sehen wir denn, dass Schallwellen, die ja direkt in die Kiemenhöhle treten können, die Aussenwand des unteren Theiles der Kapsel und somit die Aussenwand des darin eingeschlossenen *sacculus* und der Schnecke, und namentlich die des ersteren ist ausserordentlich zart, treffen können, wodurch dann wieder die Bewegung der Endolymphe, der Otolithen und somit der Nervenendapparate ausgelöst wird. Ja wir finden sogar bei den *Clupeiden* in der Aussenwand dieses Theiles der Gehörkapsel ein *foramen ovale*, das durch das Periost und die Rachenschleimhaut, schwingungsfähige Membranen, verschlossen ist, deren Bewegungen vollkommen mit der Schall-

bewegung correspondiren können und somit sehen wir hier einen zweifachen Apparat, einmal einen bestimmt für die Schallleitung durch die Kopfknochen, und einen für die aus der Rachenkiemenhöhle, welch letzterer wegen des Auftretens eines *foramen ovale* und des membranösen Verschlusses desselben am vollkommensten bei den *Clupeiden*. Diese bei den Häringen so ausserordentlich ausgebildete Leitung findet dann bei excessiven Bewegungen in der Endolymphe des *sacculus* und der Schnecke wiederum ihr Correktiv in dem Auftreten des *ductus endolymphaticus*, der allen Fischen zukommenden Vorhofswasserleitung.

Ich möchte die Fische nicht verlassen, ohne auf einen Umstand aufmerksam zu machen, dessen Wichtigkeit bei den Plagiostomen zuerst E. H. Weber in seiner berühmten Arbeit hervorgehoben. Auch diese besitzen in ihrer Gehörkapsel ausser der an der Schädeloberfläche befindlichen *apertura aquaeductus vestibuli* eine Oeffnung, die durch eine schwingungsfähige, das Periost fortsetzende Membran verschlossen ist und sich an der Commissur, an dem oberen Ende des hinteren Bogenganges befindet und in den bedeutenden, nach aussen vom häutigen Gehörorgane gelegenen, perilymphatischen Raum führt. So haben wir denn ausser der dicken Knorpelkapsel einen vollkommenen Leitungsapparat für die Schallwellen ins Innere derselben, die somit die peri- und endolymphatische Flüssigkeit direkt ohne Vermittlung der Knorpelkapsel, die ihre Bedeutung wie bei den übrigen Fischen besitzt, in Bewegung setzen und somit auch den Nervenvorgang, namentlich am Sack und an der Schnecke, nach aussen von welchen das *cavum perilymphaticum* sich vorzugsweise ausdehnt, auslösen können. Wir haben, wenn auch kein Homologon, so doch ein Analogon des *foramen ovale* und der *membrana tympani* der *Clupeiden* und somit ein Ohr, das weit vollkommener die Gehörempfindung hervorrufen kann, als es bei den übrigen Fischen möglich, und dazu gesellt sich dann noch der unter dem Integumente in seiner periostalen Hülle gelegene *saccus endolymphaticus*, der ebenfalls so gut wie direkt von den Schallwellen getroffen wird und die Bewegung seiner endolymphatischen Flüssigkeit durch den *ductus endolymphaticus* in den *sacculus*, respektive wie bei den Rochen, in den *recessus utriculi* fortpflanzen und somit eine Empfindung der direkt auftreffenden Schallwellen vermitteln kann. Ist es da zu verwundern, wenn *Clupeiden* und *Plagiostomen* vor allem ein feines Gehör besitzen?

Bei den Amphibien finden wir nun, wie bei den Fischen, die *pars superior*, namentlich in dem oberen Theile der Gehörkapsel, sehr oberflächlich, bedeckt von Weichtheilen und theilweise von den Knochen des Kiefergerüstes, in der Höhe des Schädeldaches gelagert, wenn auch nicht so unmittelbar unter dem Integumente wie bei den Fischen. Somit treffen die Schallwellen, wenn auch nicht so direkt, wie bei der niederen

Classe, die Kapseloberfläche, der die Bogengänge und das obere Ende der Commissur in derselben Weise, wie bei den Fischen, unmittelbar anliegen, während der untere Theil der Kapsel, der die *pars inferior*, *sacculus* und Schnecke, umschliesst, an seiner Aussenfläche, in einem *foramen vestibulare* oder *ovale* eingelassen, einen eigenen Schallzuleitungsapparat trägt, der oberhalb der Rachenhöhlenschleimhaut gelagert bis dicht unter das Integument an der Seitenfläche des Schädels sich erstreckt und hier, wie bei den *Ranae*, sich an einer schwingungsfähigen, elastischen *membrana tympani* befestigen kann.

Verfolgen wir nun, da wir in der Morphologie der *pars superior*, die die Ampullen, die zugehörigen Bogengänge, die Commissur, die Verbindungsröhre der hinteren Ampulle, den *recessus utriculi* und den *utriculus* selber umfasst, keine bedeutenden Differenzen von jetzt an bis zu den Menschen empor wahrnehmen können, bevor wir dann zur Betrachtung der viel wichtigeren *pars inferior*, dem Sacke und der Schnecke übergehen, dieselbe nach den gemeinsamen Gesichtspunkten durch die übrigen Classen der Wirbelthiere, so finden wir, dass einmal bei allen die Bogengänge sammt dem oberen Ende der Commissur mit ihrer Convexität wiederum der oberen Wand des Gehäuses unmittelbar anliegen, die zunächst, wie bei den Fischen, von den Schallwellen getroffen wird, und ferner, dass bei den meisten, namentlich den Landthieren, wie bereits erwähnt, das *cavum perilymphaticum* nur durch enge Oeffnungen mit dem der *pars inferior* communicirt und gewöhnlich von mehr oder minder dichten Fasersträngen, zuweilen sogar von einem dichten bindegewebigen Maschennetze wie bei den Schildkröten durchzogen ist. Ferner ist die Communication mit der *pars inferior* nicht blos nicht weiter geworden, sondern von den Fröschen angefangen wird sie im Gegentheile immer enger, und weiter finden wir, dass, wenn auch der *utriculus* mit dem *recessus* und seiner *macula* nicht ganz so vollkommen, wie bei den Fischen, in der Verlängerung der Commissur zu liegen kommt, derselbe dennoch wohl als direkte Verlängerung derselben anzusehen ist, und endlich, dass, je mehr wir uns den Säugern und den Menschen nähern, desto mehr die verticalen Bogengänge und die Ampullen nach vorne oben, respektive nach hinten unten zu liegen kommen und dass dann die Commissur, statt gerade nach oben zu sehen, nach hinten oben sieht, während der horizontale Gang beibleibt nach aussen gewandt zu sein. Weiter finden wir, dass von den Amphibien angefangen bis zu den Säugern immer mehr Knochenmassen und Weichtheile sich über die *pars superior* weglagern und somit dieselbe in ihrem knöchernen Gehäuse immer mehr der direkten Einwirkung der die Schädelknochen treffenden Schallwellen entziehen, so dass bei den höchsten Wirbelthieren immer mehr Massen in Bewegung gesetzt werden müssen, als es bei den nieder-

sten der Fall. Die Bewegung wird mit der Massenzunahme an Intensität verlieren und würde noch mehr verlieren, wenn nicht, wie bei den Crocodilen, Vögeln und Säugern, sämmtliche oder mindestens ein Theil der überlagernden Knochen spongiös wäre, lufthaltige Hohlräume umschlösse. Ich glaube somit, dass auch bei den Amphibien, den Reptilien, Vögeln und Säugern die *pars superior* mit ihren Nervenausbreitungen, den drei *cristae* und der *macula utriculi*, der Kopfknochenleitung dient, die Schallwellen zur Perception bringt, die die Bewegung in den Knochen des Schädeldaches, respektive in der Luft der Hohlräume derselben auslösen, eine Bewegung, die sich dann auf die Knochen der Gehörkapsel, von da auf die anliegenden convexen Wandungen der Bogengänge mit der in ihnen enthaltenen Endolymphe fortpflanzt und durch sie zu den zugehörigen Ampullen, respektive zu dem *recessus utriculi*, allenfalls zu der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und somit zu dieser selbst geleitet wird, wo sie in ersteren auf die queren, frei vorspringenden *cristae* mit ihren Nervenendapparaten, in letzterem auf den Otolithen und durch denselben auf den von ihm überlagerten Nervenendapparat, respektive der *crista* der hinteren Ampulle trifft, die sämmtlich in die entsprechende Bewegung gesetzt werden. Ich glaube ferner, dass durch die eigenthümliche Stellung der Ampullen, der Commissur, des *utriculus* mit seinem *recessus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle die Amphibien und Reptilien befähigt werden, vorzugsweise von vorne aussen, hinten aussen und von aussen und oben kommende Schallwellen in ihrer Richtung zu unterscheiden, und zwar einmal durch die drei Ampullen mit ihren Bogengängen und dann durch die Commissur, den *utriculus* mit seinem *recessus* und vielleicht der Verbindungsröhre der hinteren Ampulle und dieser selbst. Bei den Vögeln, den Säugern und den Menschen würde dann vorzugsweise eine Richtung des Schalls von vorne, hinten, aussen und oben hinten zum Bewusstsein kommen können, da die einzelnen, dem Orte der Erregung der Bewegung an der Gehörkapsel zunächst gelegenen Theile, Bogengänge und oberes Ende der Commissur diese Richtung besitzen. Nun wird man freilich gegenüber der Ausschliesslichkeit dieser Funktion der *pars superior*, die ja übrigens, wie schon früher bemerkt, nicht einmal ausschliesslich ist, sondern einmal wegen der Continuität der Knochen der Kapsel und zweitens, namentlich bei den Wasserthieren, wegen des Zusammenhanges der *cava perilymphatica*, auch zum geringen Theile der *pars inferior* zukommt, einwenden, dass bei den Säugern und den Menschen doch beobachtet wird, dass der *recessus utriculi* mit seiner *macula acustica*, die fast den ganzen *utriculus* einnimmt, in den Bereich des ausgedehnten *cavum perilymphaticum* des Vorhofs nach aussen vom *sacculus* fällt, welches sich nach innen von der *basis stapedis*, des Schallzuleitungsapparates, so

beträchtlich ausbreitet und somit der durch die Schallwellen erregten Bewegung der Flüssigkeit folgen muss, was bei den niederen Wirbelthieren höchstens in einem beschränkten Maasse der Fall. Entweder liegt nämlich bei ihnen der *recessus* in einer eigenen Knochenhöhle, die nur wenig mit dem zu dem Schallzuleitungsapparate in Beziehung tretenden, nach aussen vom *sacculus* befindlichen *cavum perilymphaticum* communicirt, oder er wird, wie es bei den Eidechsen z. B. in hohem Grade der Fall, von dem mächtig ausgedehnten *sacculus* mit seiner Otolithenmasse überlagert. Warum wird nun bei den Säugern und den Menschen die endolymphatische Flüssigkeit des *utriculus* nicht der Bewegung der perilymphatischen Flüssigkeit des *vestibulum*, die durch die Schwingungen des Schallzuleitungsapparates der Gehörknöchelchen hervorgerufen ist, folgen und somit durch die Erregung der Nervenendapparate der *macula utriculi* eine Gehörempfindung hervorgerufen werden? Dabei ist der Umstand zu beachten, dass die *macula* allein von allen Wirbelthieren, bei den Säugern und den Menschen sich vorzugsweise an der Aussenwand des *recessus utriculi*, des *sacculus hemiellipticus* ausdehnt, während sie sonst am Boden, an der Unterwand befindlich, und dass sie gleichzeitig dort, wo sie auftritt, einmal von zahlreichen Nervenfasern überlagert erscheint und dann die Wand so ausserordentlich verdickt ist, dass sie Bewegungen im *liquor perilymphaticus* nicht unbedeutenden Widerstand zu leisten im Stande ist. Jedenfalls werden sie sich nur ausserordentlich schwer in die endolymphatische Flüssigkeit des *utriculus* fortpflanzen können. Könnte aber auch mittelst der *macula utriculi* eine durch die Schwingungen der Gehörknöchelchen hervorgerufene Nervenbewegung und somit eine Gehörempfindung zu Stande kommen, so glaube ich doch, dass dieser *modus*, wie bei den übrigen Wirbelthieren, gegenüber der durch die Knochenleitung hervorgerufenen zurück steht. Diese durch die Kopfknochen hervorgerufene Bewegung afficirt die gesammten Nervenendapparate, so dass wir hier, wie bei den Fischen, durch die einzelnen Abtheilungen der *pars superior* einfache, qualitative Gehörempfindungen vermittelt sehen.

Sehen wir nun zu, welche physiologische Bedeutung den morphologischen Verhältnissen, der *pars inferior*, dem *sacculus* und der Schnecke zukommt, so habe ich bereits erwähnt, dass, wie es schon bei den *Clupeiden* der Fall, derjenige Theil der Gehörkapsel, welcher diese Theile umschliesst, ganz constant bis zu den Menschen empor die Oeffnung zur Einfügung des Gehörknöchelchenapparates zeigt, dessen Stossrichtung bei sämmtlichen Thieren so geht, dass derselbe senkrecht auf die Aussenwand der ihm gegenüberliegenden Theile trifft. Diese können nun entweder, wie bei den Amphibien, der ganze Sack und die gesammte Schnecke, oder wie bei den Reptilien vorzugsweise der Sack und die

Basis, der obere Theil der Schnecke, oder wie bei den Vögeln, hauptsächlich die Schneckenbasis und nur theilweise der *sacculus*, oder wie bei den Säugern und den Menschen, ausschliesslich der *sacculus* sein. Somit sehen wir denn, dass in den meisten Fällen der *sacculus*, und zwar die Aussenwand desselben, in der Stossrichtung der Gehörknöchelchen, respektive, wie bei den *Clupeiden*, vorzugsweise gegenüber der schwingenden Membran des *foramen ovale* liegt. Weiter sehen wir als durchstehend, dass die Aussenwand der Theile von dem Schallzuleitungsapparate durch ein beträchtlich ausgedehntes *cavum perilymphaticum* getrennt ist und dass somit zunächst nicht wie an der *pars superior* die Wand des häutigen Gehörorganes in Bewegung geräth, sondern die perilymphatische Flüssigkeit, die dann wieder, ohne von Seiten der ausserordentlich zarten Aussenwand der *pars inferior* ein Hinderniss zu erfahren, die Endolymphe in Bewegung setzen kann. Ferner finden wir, dass von den Amphibien angefangen die Schnecke sich immer mehr vom *sacculus* differenzirt, immer weiter auswächst und zwar ein besonderer Theil derselben, die *pars basilaris*, mit der in der Lichtung des Knorpelrahmens derselben ausgespannten Membran, die bei den Säugern und den Menschen die einzige Trägerin der *macula acustica* ist und sich dadurch als der wichtigste Bestandtheil der Schnecke darthut, während sie bei den Reptilien und den Vögeln einem immer grösser werdenden Theile derselben zum Widerlager dient. Diese wachsende Differenzirung geht Hand in Hand mit einem wachsenden Engerwerden der Communication zwischen Schnecke und Sack, einer immer grösseren Selbständigkeit der Schnecke und das weist, meine ich, wie bei der *pars superior* und *inferior in toto*, auf eine Differenz in der physiologischen Funktion beider Theile hin, die sich von vorne herein dahin präcisiren lässt, dass, von den Reptilien angefangen, der *sacculus* ausschliesslich Vermittler einer durch die Bewegungen des besonderen Schallzuleitungsapparates bedingten, einfachen Gehörempfindung ist, während dagegen die Schnecke freilich auch eine solche vermitteln kann, aber, von den Reptilien angefangen, immer mehr dazu dient, die durch die Gehörknöchelchen hervorgerufene Bewegung in einen Nervenvorgang umzusetzen, der im Centralorgane die Tonempfindung bedingt, eine Funktion, die wohl bei den Säugern und den Menschen, vielleicht auch schon bei den Vögeln, nahezu als ausschliesslich anzusehen ist.

Ist bei den *Clupeiden* die Aussenwand, namentlich des *sacculus* und auch der Schnecke, der in dem Homologon des *foramen ovale* der höheren Thiere ausgespannten Membran, dem Analogon der *membrana tympani*, entgegengewandt, die durch Schallschwingungen in der Kiemenrachenhöhle in Bewegung gesetzt wird, welche Bewegung sich dann in den Sack und die Schnecke durch die Endolymphe und mittelst der Oto-

lithen auf die Nervenendapparate, die *maculae acusticae* fortpflanzen und somit eine einfache Gehörempfindung auslösen kann, so ist das auch bei den Amphibien der Fall. Namentlich bei *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* sahen wir die zarte Aussenwand des ungemein ausgedehnten *sacculus* und die dicke der kleinen *lagena*, zu denen sich bei den Fröschen die derbe *membrana Reissneri* gesellte, dem *foramen ovale* und der *basis columellae* entgegengewandt und diese wird bei denjenigen Thieren, die wie *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* kein Trommelfell besitzen, theilweise wohl von den Schallwellen in der Rachenhöhle in Bewegung gesetzt, da, wie das auch bei den Schlangen der Fall, die *columella* bei *Siredon* der Schleimhaut derselben ausserordentlich nahe liegt, ebenso nahe wenigstens, wie dem äusseren Integumente, und so sehen wir denn Verhältnisse, die einigermassen mit denen der *Clupeiden* übereinstimmen. Bei *Rana* wird dagegen, wie bei allen höheren Thieren, die Bewegung vorzugsweise durch das Trommelfell vermittelt und die Rachenleitung, die bei diesen Thieren durch die *tuba* geht, welche wenigstens bei ihnen und den Reptilien, mit Ausnahme der Crocodile, weit offen ist, tritt, wenn sie auch nicht ausgeschlossen, so doch in den Hintergrund. Da bei allen Amphibien die Aussenwand des *sacculus* ausserordentlich zart, die Aussenwand der *lagena* dagegen, oder die *membrana Reissneri* bei den Fröschen sehr derb, so wird letztere wenigstens der direkten Fortpflanzung der Bewegung in die endolymphatische Flüssigkeit bedeutenden, erstere dagegen gar keinen Widerstand leisten, allein da Schnecke und Sack weit mit einander communiciren, so wird sich die Bewegung der Endolymphe des *sacculus* einfach auf die der Schnecke fortpflanzen und sowohl hier wie dort die gesammten Nervenendapparate der *maculae* ansprechen und zwar in dem Sacke durch die Bewegung der ungemein entwickelten, die endolymphatische Flüssigkeit auf geringe Theile des Sackbinnenraumes beschränkenden Otolithenmassen. Da die Bewegung der Endolymphe in dem Sacke und der Schnecke wegen der kaum nennenswerthen Ausdehnung der letzteren gegenüber dem ersteren als nahezu gleichzeitig anzusehen, so werden auch die gesammten Nervenendapparate der *maculae* so gut wie gleichzeitig und auf dieselbe Weise erregt, und es wird somit auch wohl die Gehörempfindung nur eine einfache sein. Die Bewegung kann sich nur mehr oder minder schwer auf die *pars superior* fortpflanzen, weil einmal die Quantität der Endolymphe wegen der Ausdehnung der Otolithen im Sacke an und für sich eine unbedeutende und dann, weil die Communication immerhin verhältnissmässig eng und die Sackwände gegenüber der *pars superior* sehr selbständig, so dass Bewegungen derselben oder der Otolithenmassen sich nicht unmittelbar *per contiguitatem* in weiter Ausdehnung auf die Wände des oberen, eigentlichen Labyrinthes fortsetzen können und das gilt, wie

ich ein für alle Mal hervorheben will, für sämmtliche noch zu betrachtenden Wirbelthiere mit der Restrinktion, die ich bereits früher hervorgehoben. Die Bewegung der Otolithenmassen ist, da sie senkrecht von aussen auf der Fläche von der Bewegung der Flüssigkeit getroffen werden, der Art, dass sie gegen die Nervenendapparate der an der Innenwand, respektive, wie bei der *lagena*, an dem inneren Theile der Hinterwand befindlichen *maculae acusticae* drücken, wie ich das ebenfalls für die Fische annehme.

Bei den Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen und Schildkröten nun, die im Wesentlichen übereinstimmende morphologische Verhältnisse zeigen, so dass die physiologischen kaum einer für jede Classe gesonderten, eingehenden Betrachtung bedürfen, während das allerdings schon für die Crocodile nöthig, finden wir den namentlich bei den Blindschleichen und Eidechsen ungeheuer ausgedehnten Sack und die Basis der sehr selbständig gewordenen, in ihrer *pars basilaris* immer mehr auswachsenden und nach unten und hinten von dem *sacculus* zum Vorschein kommenden Schnecke mit ihren Aussenwänden dem Schallzuleitungsapparate im *foramen vestibulare* entgegengekehrt. Die Aussenwand des *sacculus* ist wieder ausserordentlich zart, die der Schnecke aber, die *membrana Reissneri*, nicht minder, so dass keine derselben irgend ein Bewegungshinderniss abgiebt. Die Aussenwand des *sacculus* und die *membrana Reissneri* des oberen Schneckentheiles bilden nun auch hier die Innenwand eines gegen das *foramen ovale*, dagegen nur in immerhin geringer Ausdehnung, am meisten bei *Chelonia*, an der *pars superior* sich fortsetzenden, mächtigen *cavum perilymphaticum*, das mit der Perilymphe angefüllt an der Vorderwand der Schneckenbasis in eine weite, an der Schneckeninnenwand gelegene Röhre sich fortsetzt, die als eine äussere Wand die ganze *membrana basilaris* besitzt und durch das *foramen rotundum* weiter verläuft. Jede Bewegung also, die durch Vermittlung des Gehörknöchelchens in der perilymphatischen Flüssigkeit entsteht, wird sich mit Leichtigkeit durch die weite Röhre des *ductus perilymphaticus* fortpflanzen können, und somit wird sich die Bewegung nicht blos durch die Sack- und Schneckenaussenwand in die Endolymphe der beiden Theile fortpflanzen und somit die Nervenendapparate der *macula sacculi* durch Hülfe der Otolithenmasse, sowie die Gesammtheit derselben in der *macula* der *pars basilaris* und der *lagena* erregen, sondern die durch den *ductus perilymphaticus*, der Schneckenwasserleitung fortgepflanzte Bewegung wird auch gesondert die *membrana basilaris*, die ja die eine Wand desselben bildet und den auf ihr befindlichen Theil der *macula acustica* mit ihren Nervenendapparaten ansprechen können. Was dieser letztere Umstand zu bedeuten hat, darauf komme ich bei der Schilderung der histologischen Verhältnisse der Basilarmembran zurück.

Jedenfalls sehen wir so viel, dass in demselben Augenblicke, wo die *membrana basilaris* einen Theil der Nervenendapparate, was bei den Fröschen und Salamandern nicht der Fall, trägt, eine Einrichtung vorhanden ist, dieselbe direkt in Schwingungen zu versetzen. Diese Bewegung in der Endolymphe und in der Basilarmembran der Schnecke setzt sich sicherlich wegen der Enge der Communication, die ja bei den Blindschleichen und Eidechsen den höchsten Grad erreicht, nicht bis in den *sacculus* fort. Da der Otolith des Sacks den Binnenraum desselben beinahe ganz ausfüllt und durch die Bewegung der Flüssigkeit bei der Bewegung der *columella* nach innen gegen die gesammte *macula* und deren Nervenendapparate getrieben wird, wird somit auch hier die einfache Gehörempfindung ausgelöst. Jedes Uebermaass der Bewegung wird im Sacke der Reptilien, wie in der Schnecke und dem *sacculus* der Amphibien und Fische durch den in den *sacculus* mündenden und die Gehörkapsel durchbohrenden *ductus endolymphaticus s. aquaeductus vestibuli*, verhindert, während dasselbe bei den Reptilien mit gesonderter Schnecke vorzugsweise durch den peripherisch weiter verlaufenden *ductus perilymphaticus*, den *aquaeductus cochleae* ausgeglichen wird.

Bei den Crocodilen, den Vögeln, den Säugern und den Menschen ist nun meiner Ansicht nach das physiologische Verhalten des *sacculus* im Wesentlichen dasselbe, wie bei den niederen Reptilien, mit der Ausnahme, dass die Bedeutung desselben für das Zustandekommen der einfachen Gehörempfindung bei Schwingungen des Schallzuleitungsapparates bei den Crocodilen geringer, als bei den Eidechsen, bei diesen aber wieder grösser, als bei den Schlangen, bei den Vögeln dann wieder bedeutend geringer, als bei den Crocodilen, bei den Säugern und den Menschen dann wieder etwas grösser, als bei diesen, und das wird bedingt durch die bald grössere, bald geringere relative Ausdehnung des *sacculus* und dessen *macula*, die freilich nicht ganz als proportional anzusehen sind, und der Zahl der Nervenendapparate. Im Uebrigen gilt auch für diese Thiere, was für die übrigen Reptilien galt, dass die Fortpflanzung der Bewegung der Endolymphe des *sacculus*, respektive des Otolithen einmal auf die *pars superior* und zweitens auf die Schnecke und von dieser wieder in den Sack wegen der immer grösser werdenden Enge der Communicationen als nahezu ausgeschlossen anzusehen ist.

Wie verhält es sich nun aber mit der Schnecke? Das nach aussen von dem *sacculus* im Vorhofe oder in der *cavitas vestibuli* befindliche *cavum perilymphaticum*, dessen Flüssigkeit durch die Stösse der Gehörknöchelchen in Bewegung gesetzt wird, findet sich nicht allein auf die Schneckenbasis beschränkt und setzt sich durch den *ductus perilymphaticus* und das *foramen rotundum* ausserhalb der Gehörkapsel fort, sondern wir sehen dasselbe sich über die gesammte Aussenwand der Schnecke oder

das Homologon derselben bei den niederen Reptilien, über die *membrana Reissneri* abwärts gegen die Spitze, an der Aussenwand der *lagena* oder dem häutigen Kuppelblindsacke erstrecken und hier im Grunde der knöchernen *lagena*, des knöchernen Kuppelblindsackes, sich in die *scala tympani*, das Homologon des *ductus perilymphaticus* der niederen Reptilien, an der Innenwand der *lagena* öffnen. Diese *scala* verläuft ja an der *membrana basilaris* nach oben gegen das *foramen rotundum* und öffnet sich entweder durch dasselbe, oder, wenn es, wie bei den höheren Vögeln, den Säugern und den Menschen, durch die *membrana tympani secundaria* verschlossen ist, durch den *aquaeductus cochleae*. Jede Bewegung also im *cavum perilymphaticum* muss sich durch die ganze *scala vestibuli*, an der ganzen Schneckenaussenwand, über den häutigen Kuppelblindsack (*helicotrema*), in die ganze *scala tympani*, an die gesammte Schneckeninnenwand und somit die Basilarmembran fortpflanzen, und die Zahl der Schwingungen der Knöchelchen, speciell der *basis columellae s. stapedis* muss sich an der ganzen Basilarmembran und in der Endolymphe wiederholen und sich somit auch an der *membrana tympani secundaria* geltend machen, und das ist ja auch bis zu einem gewissen Grade unter der Voraussetzung eines bestimmten Druckes, unter dem die Perilymphe stehen muss, unter Helmholtz's Leitung von Burnett[1]) direkt bei Säugethieren und den Menschen nachgewiesen. Excessive Bewegungen werden auch hier entweder durch den *ductus perilymphaticus* und den peripherischen Abfluss desselben, durch das *foramen rotundum*, oder, wie bei den Säugern und den Menschen, durch den *aquaeductus cochleae*, wenn auch wegen der Enge des Abflussrohres kaum so vollkommen, wie bei den niederen Thieren, ihr Correktiv finden, ganz abgesehen von dem Muskelapparate, der sich bei Vögeln und Säugern an die Gehörknöchelchen anheftet. Die Bewegung der Gehörknöchelchen wird also eine Bewegung längs der ganzen *membrana basilaris*, die ja bei den Säugern und Menschen nahezu den ganzen häutigen Kuppelblindsack absorbirt, und an der darauf befindlichen *macula acustica* auslösen, andererseits wird sich aber auch die Bewegung durch die *membrana Reissneri*, da sie auch längs dieser verläuft und diese Haut immerhin zart erscheint, am zartesten bei den Säugern und Menschen, etwas weniger bei Reptilien und Vögeln, bei denen sie möglicherweise ein Bewegungshinderniss sein kann, in der Endolymphe und somit an den Nervenendapparaten der *macula* und durch die Otolithenmasse der *lagena* der Crocodile und Vögel an den Nervenendapparaten der *macula* dieses Schneckentheils, in ihrer Gesammtheit geltend machen. Die letztere Bewegung, die der Endolymphe der *scala cochlea-*

1) An investigation concerning the mechanism of the ossicles of hearing. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Vol. II. 1872.

ris, wird demnach, da sie die Gesammtheit der Nervenendapparate wie im *sacculus* trifft, gegenüber der durch die *membrana basilaris* vermittelten, die wir später besonders betrachten wollen, eine einfache Gehörempfindung veranlassen. Keine kann sich aber in irgendwie nennenswerther Weise nach oben hin gegen den *sacculus* fortpflanzen, da die Communication des *canalis reuniens*, wie wir wissen, ausserordentlich eng und höchstens in Verbindung mit dem *ductus perilymphaticus* als eine Art Sicherheitsventil betrachtet werden könnte.

So habe ich denn versucht, aus den gegebenen morphologischen Verhältnissen in der Thierreihe allgemeine physiologische Folgerungen zu ziehen, und es frägt sich nun noch, ob denn das Gehörorgan allein Vermittler der Gehörempfindungen ist, oder ob dasselbe noch eine andere Rolle spielt. Wir wissen ja aus den Versuchen von Flourens, die in der Neuzeit vorzugsweise durch Goltz erweitert worden sind, dass durch eine entweder partielle, oder totale Zerstörung der *pars superior*, die bei den Vögeln leicht vorgenommen werden kann, eigenthümliche Gleichgewichtsstörungen eintreten, die darauf hinzuweisen scheinen, dass gerade der Bogenapparat, an dem ausschliesslich experimentirt wurde, in näherer Beziehung zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes steht, ja es scheint Vieles darauf hinzuweisen, dass das sogar seine wesentlichste Funktion ist. Ich habe diese Experimente theilweise an Vögeln, vor allem aber mit einem meiner Schüler, Dr. Rupprecht, an Fröschen nachgemacht und ich habe gerade diese Thiere gewählt, weil es bei ihnen ausserordentlich leicht gelingt, alle möglichen Nebenumstände, Blutungen, Zerstörungen der Knochen und Gehirnverletzungen auszuschliessen. Es ist möglich, eine subcutane Zerstörung des gesammten Gehörorganes innerhalb der Kapsel ohne den geringsten Blutverlust, sogar fast ohne Abfluss der peri- und endolymphatischen Flüssigkeit vorzunehmen. Wir bedienten uns zur Ausführung unserer Experimente einer geraden, starken und einer an der Spitze hakenförmig gekrümmten Nadel, mit welcher ersteren wir die Gehörkapsel an einer gleich näher anzugebenden Stelle anbohrten, um dann mit vorsichtigem Hineinführen der gekrümmten Nadel in die Bohröffnung eine totale Zerstörung des Gehörorganes vorzunehmen. Wir trennten gewöhnlich die Haut mittelst eines Längsschnittes in der Mitte der Hinterhauptsgegend und zogen die Wundränder vorsichtig auseinander, bis wir die die Oberfläche der Labyrinthkapsel deckende Muskulatur und das über dieselbe verlaufende, als Anhaltspunkt wichtige Gefäss zu Gesicht bekamen. Die gerade Nadel wird ein wenig lateralwärts von demselben senkrecht durch die Muskulatur auf die Oberfläche der Gehörkapsel gestossen und trifft dort auf die Knorpelmasse, in der sich das rudimentäre *epoticum* (Taf. XVIII, Fig. 4 *d*) entwickelt, und es gelingt jetzt, wenn der Stich richtig geführt,

mit Leichtigkeit, eine Oeffnung in die Gehörkapsel zu bohren, in dieselbe die hakenförmig gekrümmte Nadel hineinzuführen und die Zerstörung des häutigen Gehörorganes, sei es auf einer oder auf beiden Seiten, vorzunehmen. Bei einseitiger Zerstörung beobachtet man dann gewöhnlich gleich ein Hängen des Kopfes auf die Seite, beim Sprunge vorwärts eine laterale Abweichung und Verlust des Gleichgewichts, das noch deutlicher bei doppelseitiger Zerstörung auftritt, wobei sich die Thiere dann beim Sprunge oder beim Schwimmen regelmässig überkugeln. Wir conservirten die operirten Thiere lange Zeit, ohne eine Abnahme der bemerkenswerthen Erscheinungen zu beobachten, nur die schräge Kopfhaltung pflegte nach kurzer Zeit zu verschwinden.

Es frägt sich nun, welche Erklärung wir für diese Störung des Vermögens der Thiere, das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, haben, möge die Zerstörung sich auf einen Theil des Gehörorganes, oder auf das gesammte ausdehnen, möge ferner die Störung wie bei Vernichtung eines einzelnen Bogenganges in bestimmter Richtung vorhanden, oder eine totale sein? Ich will durchaus nicht meine Untersuchungen als irgendwie nach der physiologischen Seite hin eingehende und erschöpfende ausgeben, sie wurden lediglich unternommen, um die Erscheinungen aus eigener Erfahrung kennen zu lernen, die sich dann freilich bei Eingriffen, die ausschliesslich die Verletzung des häutigen Labyrinthes mit sich führten, vollkommen bestätigten. Ich glaube aber, dass wir nicht absolut genöthigt sind, dem häutigen Gehörorgane selbst eine Rolle als Träger des Vermögens der Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes zuzutheilen, wofür auch der Umstand von vorne herein spricht, dass ausser dem specifischen Sinnesnerven, dem *acusticus*, dessen Funktion ausschliesslich durch meine, wie ich glaube, reine Resultate gebende Zerstörungsmethode aufgehoben wird, kein anderer Nerv sich aus dem Bereiche der *medulla oblongata* an demselben verbreitet. Mir ist deshalb der Gedanke an eine andere Möglichkeit gekommen, die ich hiermit auf die Gefahr hin, dass mir das schöne *ne sutor ultra crepidam* entgegengerufen wird, vorzubringen wage, um so mehr, weil ihr nicht jegliche anatomische Basis fehlt. Ich glaube, man dürfte daran denken, dass die Ganglienzellen der Centralorgane, aus denen die Fasern des *acusticus* in der *medulla oblongata* entspringen, nicht allein dazu bestimmt sind, den Nervenvorgang des Gehörnerven in Gehörempfindung umzusetzen, sondern auch durch ihre Verbindungen mit denjenigen Centralorganen, die das Bedingende der Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes, als wichtige Theile dieser selber mit anzusehen sind. In dem Augenblicke nun, wo ein Theil des Gehörorganes oder das Ganze zerstört wird, wird entweder das ganze oder ein Theil des Centralorganes des *acusticus* ausser Funktion gesetzt, und es würde dann damit ein Theil

der Centralorgane, die für das Aufrechterhalten des Gleichgewichts nothwendig ausser Funktion treten und somit eine Störung des Vermögens bedingen. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, die Anatomie giebt keine Anhaltspunkte dafür, dass das Gehörorgan selber mit seinen Nervenendapparaten eine andere Funktion habe, als die, die Schallbewegung in Nervenbewegung des *acusticus* umzusetzen und dadurch die Gehörempfindung im Centralorgane auszulösen, wohl aber dafür, dass jede Faser des *acusticus*, ohne sich mit anderen zu verbinden und somit isolirt seine Erregung leitend zuerst in eine Ganglienzelle sich einsenkt, die dann wieder centralwärts einen Fortsatz ausschickt, der möglicherweise im Gehirne wieder einen gesonderten Centralapparat besitzt, so dass jede für sich eine Empfindung vermitteln kann, wie ich das im ganzen Verlaufe meiner Darstellung festgehalten habe. Die Ampullen, der *recessus utriculi* vermitteln dabei die durch die Knochenleitung hervorgerufene einfache Gehörempfindung, während der *sacculus* Vermittler der durch die Bewegungen des besonderen Schallzuleitungsapparates hervorgerufenen einfachen Gehörempfindung ist und die Schnecke dagegen wenigstens bei den höheren Thieren vorzugsweise, um nicht zu sagen ausschliesslich, den Tonempfindungen dient.

Ich wende mich jetzt zur vergleichenden Histologie des Gehörapparates und ich will da zunächst in wenigen Worten das allen Wirbelthieren gemeinsame Verhalten des *nervus acusticus* und der Endapparate desselben voranstellen und das wiederholt sich, ob wir es nun mit den Ampullen, dem *recessus utriculi*, dem *sacculus* oder der Schnecke zu thun haben. Dabei kann ich freilich nur das periphere Verhalten des *acusticus* in Betracht ziehen, da mir über das Verhalten im Centralnervensysteme die eigenen Erfahrungen fehlen.

Nachdem der *nervus acusticus* das Gehirn verlassen, geht jede einzelne Faser desselben, die nur bei den *Cyclostomen* aus einem Axencylinder in einer kernhaltigen Scheide besteht, bei den übrigen Vertebraten aber doppelt contourirt, also ausserdem mit einer Myelinscheide versehen erscheint, in eine bipolare Ganglienzelle über und bildet den centralen Fortsatz derselben. Von dieser geht dann wieder peripherisch eine Nervenfaser von demselben kernhaltigen oder doppelt contourirten Aussehen weiter, die, ohne sich mit benachbarten zu verbinden, an die Wand des Gehörbläschens tritt, innerhalb derselben mit anderen ein mehr oder minder reichliches Flechtwerk bildend, ohne dass es zu Verbindungen kommt, gegen die freie Binnenwand aufsteigt und nun entweder ohne weitere Veränderung ins Epithel tritt, oder innerhalb der Wandung die Myelinscheide abwirft, um als blasscontourirte Faser (Axencylinder mit Schwann'scher Scheide) im Epithel weiter zu verlaufen. Als doppeltcontourirte Faser finden wir sie häufig bei den Kno-

chenfischen im Epithel, während sie bei den übrigen von mir untersuchten Wirbelthieren stets blass erscheint. In das Epithel getreten, zerfällt dann die Nervenfaser entweder in eine unbestimmte, wechselnde Zahl von Aesten, wie bei sämmtlichen niederen Wirbelthieren bis zu den Vögeln empor, oder in zwei bis drei, wie bei diesen, den Säugern und den Menschen. Diese bilden dann innerhalb des Epithels einen intraepithelialen Plexus, ohne jedoch Verbindungen mit einander einzugehen. Jeder ist von dem anderen durch Hülfe der indifferenten Epithelzellen, der Isolationszellen getrennt, um dann nach kürzerem oder längerem Verlaufe an das untere Ende specifischer Sinneszellen, der Gehörzellen zu treten. Es kommt aber auch häufig vor, dass der Axencylinder direkt, ohne Theilung an das untere Zellende geht und diese Differenz weist, meine ich, deutlich darauf hin, wie ich das schon früher hervorgehoben, dass das eigentliche Ende der Nerven nicht am centralen Ende der Hörzelle befindlich, respektive dass diese nicht selbst als Nervenende anzusehen, sondern eben nur Trägerin der Nervenenden ist. Das Epithel, ursprünglich einfaches Cylinderepithel, differenzirt sich zu Isolations- und Hörzellen, welche erstere sich niemals mit Nerven verbinden, sondern denselben nur den Durchtritt gestatten und einfache Cylinder repräsentiren, die mit ihrem centralen Ende, das den Kern trägt, der Wandung des Gehörbläschens aufsitzen und zugleich durch Verbindungen unter einander ein gröberes oder engeres, protoplasmatisches Netzwerk für die Nervenfasern oder Fäserchen, für den intraepithelialen Plexus bilden, während das periphere, feine Ende sich zwischen die einzelnen Gehörzellen erstreckt und dieselben mehr oder minder von einander isolirt. Dies ist am wenigsten bei den niederen, mehr schon bei den höheren Wirbelthieren der Fall. Die Hörzellen stellen ebenfalls Cylinder dar, an deren centrales Ende also die Nervenfaser geht. Sie besitzen eine flaschenförmige Gestalt mit dem Kerne im Bauche der Flasche und zeigen an der freien, dem Binnenraume zugewandten Fläche einen cuticularen Verdickungssaum, von dem sich die Basis eines langen, ungemein spitz auslaufenden, starren Haares erhebt, das, in der Längsrichtung gestreift, die Zusammensetzung aus mehreren bekundet. Sämmtliche Haare erheben sich über die freie Epithelfläche und jedes derselben taucht in einen mit endolymphatischer Flüssigkeit gefüllten, weiten, glockenförmigen Hohlraum, der sich an der dem Nervenepithel aufruhenden Fläche einer cuticularen Membran befindet, die entweder als *membrana tectoria*, oder als Otolithensackmembran auftritt. Jede Gehörzelle bekommt eine feine Nervenfaser, die jedoch mit Sicherheit nur bis an das untere Ende der Hörzelle verfolgt ist, sich aber wahrscheinlich, wie auch HENSEN[1]) gefunden, durch das Centrum der Zelle

1) Zeitschrift für Ohrenheilkunde. 1871.

bis unter den Basalsaum, vielleicht unter Theilung, erstreckt, möglicherweise aber auch unter Theilung über die Aussenfläche verläuft. Jedenfalls ist aber ein Herantreten der feinsten Nervenfasern an den Basalsaum, an die Basis des Gehörhaares aus physiologischen Gründen nothwendig und ob dieselben nun hier in eigenen Körperchen enden, wie HENSEN solche bei den Säugern und Menschen gefunden, oder ob sie nach Theilung durch die Basalsäume in die Basen der Haare sich erstrecken und hier frei mit leicht veränderlichen Körperchen nach Art der knopfförmigen Endigungen sensibler Nerven ihr Ende finden, das muss weiterer Forschung vorbehalten bleiben.

Ich möchte auf einen Umstand aufmerksam machen. WALDEYER[1]) hat bei sämmtlichen von ihm untersuchten Thieren die einfachen Gehörhaare geleugnet und stets gefunden, dass das freie Ende der Gehörzelle von einem Büschel kleiner Härchen überragt ist, deren Existenz nach ihm durch die von mir schon gesehene Streifung des Gehörhärchens angedeutet ist. Ich kann nicht anders, als an meiner bisherigen Ansicht von der einfachen Natur der Gehörhaare festhalten, die im lebenden Zustande nie in einzelne Härchen aufgelöst werden, glaube aber die Möglichkeit der Lösung dieser Differenz in folgendem Umstande zu finden. Bei der Betrachtung der feinen Härchen WALDEYER's findet man, dass die Durchmesser aller zusammengenommen durchaus nicht dem Durchmesser der Basis des einfachen Haares entsprechen, wie sie es eigentlich müssten, wenn sie die Gehörhaare constituiren. Der Durchmesser der Basis des Haares entspricht dem des Verdickungssaumes der Zelle und so halte ich es für möglich, dass es sich um innerhalb der Basis des Gehörhärchens befindliche, zarte Fäserchen oder Stiftchen handelt, die eben die Streifung des Haares bedingen. Möglicherweise stehen sie in irgend einer Beziehung zum Nervenende und wäre das der Fall, so könnte die Nervenerregung, die durch die Bewegung des Gehörhaares hervorgerufen wird, nicht besser ausgelöst werden, als durch Elemente, die innerhalb des sich bewegenden Theiles befindlich.

Somit sehen wir denn überall die aus einer bipolaren Ganglienzelle hervorgegangene Acusticusfaser, ohne Verbindungen mit benachbarten einzugehen, mit ihren feinsten Fäserchen zu einfachen, zelligen Gebilden ziehen, die mit einem durch die Schallwellen erregbaren Haare versehen sind. Diese Bewegung theilt sich dann dem letzten, freien Nervenende in oder an der Hörzelle mit. Das letzte Nervenende ist also, wie wohl auch bei allen übrigen Sinnesapparaten, frei zu denken. Die Hörzelle ist somit nicht nervöser Natur, sondern nur Träger des Nerven,

1) Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere von STRICKER.

accessorischer Apparat, befähigt durch seine Anlagerung an Nervenenden, durch seine Bewegung den Nervenvorgang auszulösen.

Es fragt sich nun, auf welche Weise die Bewegung der Gehörhaare zu Stande kommt. Dadurch, dass durch die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit die *membrana tectoria*, oder die Otolithensackmembran, die mit ihren glockenförmigen Hohlräumen die Haare umgeben, gegen dieselben bewegt wird, sie drückt, vielleicht auch ein wenig verschoben wird, oder dadurch, dass, wie bei den Reptilien, den Vögeln, den Säugern und den Menschen, durch die Bewegung der Endolymphe hervorgerufene Schwingungen der Basilarmembran die Gehörhaare gegen die mit glockenförmigen, die Haare umfassenden Hohlräumen versehenen *membranae tectoriae* oder *Corti* der Schnecken gedrückt werden. Es wäre nun aber, sollte man denken, ausserordentlich viel einfacher, wenn die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit des Gehörorganes direkt die Bewegung der Härchen auslöste, anstatt erst durch Vermittlung der cuticularen Deckmembran, und doch ist das ohne jegliche Ausnahme nicht der Fall. Das weist darauf hin, dass diesen Gebilden noch eine andere Bedeutung, als die soeben erwähnte zukommt. Ich glaube, die Bedeutung derselben ist in zwiefacher Richtung zu suchen. Einmal, glaube ich, spielen diese Cuticularmembranen die Rolle eines Schutzapparates für die Gehörhärchen, verhindern, dass dieselben durch andere Umstände angesprochen werden, als durch die durch Schallwellen erregte Bewegung, und zweitens, glaube ich, sind sie, vor allem in den Schnecken, als Dämpfungsapparate anzusehen, wie Helmholtz solche supponirt. Wir haben in der vorigen Abhandlung gesehen, dass es nöthig sei, eine continuirliche Strömung sowohl der peri- als der endolymphatischen Flüssigkeit anzunehmen, eine Strömung, die in der Endolymphe der Neunaugen, wie bei vielen Evertebraten, sogar durch Flimmerzellen befördert wird. Diese Bewegung, die gewiss Schwankungen unterliegt, wird ja, je feiner die Hörhaare werden, desto leichter dieselben zu afficiren vermögen, und da wir nun finden, dass bei sämmtlichen Wirbelthieren diese Elemente, namentlich an ihrem Ende, in der That unendlich fein sind, so würden sie, wenn sie in die Endolymphe nackt hineinragten, durch die Strömung leicht bewegt werden. Das würde dann eine continuirliche Gehörempfindung bedingen können und davor schützen eben die mit glockenförmigen Hohlräumen versehenen, die einzelnen deckenden Cuticularmembranen. Bei den *Cephalopoden* scheint dasselbe der Fall zu sein, bei den übrigen Evertebraten mag der Schutz in einer relativ bedeutenden Starrheit oder Stärke derselben gegeben sein.

Diese allgemeinen Resultate sind nun die Frucht histologischer Untersuchungen an *Cyclostomen*, *Teleostiern*, Fröschen, Schildkröten, Crocodilen, Vögeln, Säugern und Menschen (Embryonen und Neuge-

borenen, Rinds- und Schweineembryonen), und ich glaube, dass sie damit ziemlich gut begründet sind, und dass das, was im Folgenden geschildert werden soll, sich bis in's Detail auch auf die übrigen, mit Bezug auf die Morphologie von Clason und mir untersuchten Wirbelthieren übertragen lässt.

Das aus einer Einstülpung des äusseren Integumentes entstandene, allmählig sich abschnürende, einfache Gehörorgan zeigt, abgesehen von dem an dasselbe herantretenden und aus dem Ganglion entwickelten Nerven, zwei embryonale Constituenten, aus denen sich die Gewebe und Epithelien der allermannigfachsten Art entwickeln, und zwar einmal die einfachen, embryonalen Zellen der Wandung, zweitens die in einfacher Lage vorhandenen, mehr cylindrischen, auskleidenden Epithelzellen. Aus ersteren differenzirt sich, und zwar aus den äusseren Lagen das Periost oder Endochondrium der Gehörkapsel mit seinen elastischen Elementen, Bindegewebszellen und Gefässen, während aus denen dem Epithel nächsten, also den innersten Lagen die Wandungen des Gehörbläschens und zwar zunächst die Basalmembran, auf der das Epithel ruht, sich entwickelt. Ist diese gebildet, so entsteht aus ihnen die Spindelknorpelmasse der *pars superior*, der Innenwand des *sacculus*, der Schneckenknorpel und der *lagena*, des Kuppelblindsackes, dann die Masse der Bindegewebsmembranen, *membrana Reissneri*, die Fasern der Basilarmembran und die Sackaussenwand, während aus der einfachen Lage der Cylinderzellen des Epithels einmal das Nervenepithel durch Differenzirung abwechselnd in Isolations- und Hörzellen (Zahnzellen und Stäbchenzellen) und anderseits das indifferente Pflasterepithel und das Cylinderepithel der übrigen Theile der Wandungen in seinen verschiedenen Formen wird. Aus ihnen entstehen ferner als Cuticularabscheidungen die *membranae tectoriae* und die Otolithensackmembranen mit den aus dem Inneren derselben herauscrystallisirenden Otolithen, wie ich das seiner Zeit[1]) speciell ausgeführt. Die Zellen dann, die zwischen den zum Perioste sich umbildenden und den zur Wandung des Gehörbläschens werdenden gelagert sind, die Zellen der mittleren Lage, verwandeln sich in das Maschennetz des perilymphatischen Raumes und verschwinden später gänzlich oder zum grössten Theile und bilden dadurch eben den Hohlraum des *cavum perilymphaticum* in seinen einzelnen Abtheilungen, welche wir ja im Vorhergehenden, namentlich mit Bezug auf die Schnecke, vergleichend anatomisch eingehend berücksichtigt.

Das dem embryonalen Bläschen mit seiner einfachen Epithelbeklei-

1) Beiträge zur Entwicklung der häutigen Theile der Vogelschnecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVII.

dung am nächsten stehende Gehörorgan treffen wir bei den *Cyclostomen* und zwar vor allem bei *Myxine glutinosa*, bei der die die Wandung des Gehörbläschens constituirenden Zellen sich, abgesehen von dem Perichondrium der Gehörkapsel, zu einer dem perilymphatischen Netzwerke der höheren Wirbelthiere homologen, faserigen Bindegewebsmembran umwandeln und gleichzeitig, wie bei den übrigen Wirbelthieren, als eigentliche Wandung des Gehörbläschens eine Basalmembran, eine cuticulare Masse absondern, die bei den *Myxinoiden* schwächer entwickelt, bei den Neunaugen eine beträchtliche Dicke gewinnt und bald deutlicher, bald minder deutlich Spuren einer Schichtung zeigt und namentlich an denjenigen Stellen dick ist, wo die Nerven an dieselbe herantreten und sie gegen das *lumen* hin durchsetzen. Hier findet man in der Wandung noch keine verschiedenen Gewebsformen, handle es sich um Bogengänge, Ampullen und *vestibulum*, wie bei *Myxine*, oder um dieselben Theile und *sacculus*, Schnecke, *recessus utriculi* und Commissur, wie bei den Neunaugen. Bei sämmtlichen höher stehenden Wirbelthieren aber, von den Teleostiern angefangen, sehen wir ein anderes Verhalten und zwar sind, wenn wir mit der *pars superior* beginnen, Bogengänge, Ampullen, *recessus utriculi*, der grösste Theil des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle aus Spindelknorpel aufgebaut, während dagegen die Bogengangcommissur aus einer Bindegewebsmembran besteht. Beide Gewebe gehen aber allmählig in einander über, wodurch der innige Zusammenhang derselben bewiesen wird. Die Spindelknorpelmasse, der Hauptbestandtheil der Wand des Gehörbläschens zeigt, um das gleich hervorzuheben, an verschiedenen Stellen, in den verschiedenen Wirbelthierclassen vollkommen übereinstimmende Verhältnisse. Bald dicker, bald dünner, bald von Gefässen und Nerven durchzogen, bald nur für sich bestehend, zeigt dieselbe bei allen Thieren, inclusive den Menschen, eine die Binnenwandung auskleidende, homogene, zuweilen Andeutungen einer lamellösen Schichtung zeigende, feine Basalmembran, dagegen entwickeln sich im Inneren derselben niemals faserige oder elastische Elemente. Sie besteht aus einer homogenen Intercellularsubstanz, in die bald dichter, bald weniger dicht gedrängt, spindelförmige Zellelemente, Bindegewebszellen, eingesprengt sind, die meistens in bestimmten Richtungen unter einander parallel sind, wie in den Bogengängen, dem *utriculus*, den *cristae*, bald aber auch gegen bestimmte Punkte convergiren, wie zum Beispiel an den Ansätzen der Basilarmembran. Sie geht dadurch in die homogenen, nur hie und da elastische Elemente (*membrana Reissneri*, Commissur) zeigenden Bindegewebsmembranen, wie sie an bestimmten Stellen der Wandung vorkommen, über, indem die Intercellularsubstanz sparsamer wird, die zuweilen in weiten Abständen

eingesprengten Zellen rundlicher werden und nach den verschiedensten Seiten hin Ausläufer aussenden, während die Spindelzellen gewöhnlich nur an den entgegengesetzten Polen anastomosirende Fortsätze zeigen, die dem Perioste zugewandt. Die Oberfläche der Spindelknorpelmasse ist meistens rauh, zeigt Fädchen des perilymphatischen Bindegewebsnetzes, oder demselben angehörige Zellen, die zuweilen (Frösche) ein vollkommen die Oberfläche deckendes Epithel vortäuschen können. Das ist namentlich häufig an den Bogengängen der Fall, die ich zunächst in ihren einfachen histologischen Verhältnissen beschreiben möchte und die ja zuerst bei den Neunaugen auftreten.

Dieselben zeigen auf dem Querschnitte ein bald rundliches, bald mehr elliptisches Lumen, bestehen aus Spindelknorpelmasse und sind von Gefässen umstrickt, die nur selten und auch nur bei ausserordentlich dicker Wandung (Schildkröten) hineindringen. Ihre Knorpelwandung geht erst an der Commissur und zwar ziemlich plötzlich in Bindegewebe über. Das perilymphatische Netzwerk, respektive die Zellen desselben sind namentlich stark an der convexen Seite der Wandung, die, wie wir wissen, dem Perioste oder dem Perichondrium anliegt, entwickelt, ohne dass es nöthig wäre, sie als besondere Bänder anzusehen, wenn sie auch eine innigere Anheftung an die Wand des Gehäuses bedingen. Bei allen Thieren entdeckt man an ihrer concaven Seite einen Streifen, der sich an der Commissur verliert, dagegen sich über die Mitte des Daches der Ampullen fortsetzt, die *raphe*, und dieser ist der Ausdruck eines etwas höheren Epithels, welches der den Binnenraum glatt auskleidenden Basalmembran aufsitzt. Die Zellbekleidung ist in allen eine einfache und besteht an den meisten Stellen der Wandung aus einfachen, hellen, niedrigen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen, die in der Mitte der Concavität zu allmählig immer höher werdenden, gegen die Mitte hin convergirenden Cylindern sich umwandeln und hier die *raphe* constituiren. Die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung derselben besteht darin, dass sie der Ausdruck der Abschnürung der ursprünglich als Falten aus dem Labyrinthbläschen sich erhebenden Bogengänge ist. Zuweilen (Fische, Schildkröten) findet sich an der entgegengesetzten Wand, an der Mitte der convexen ein Analogon der *raphe*, eine Anhäufung etwas höherer Pflasterzellen, deren Durchmesser auf Kosten der Höhe etwas abgenommen. Der Kern der Pflasterzellen liegt im Grunde, wie meistens auch der der Cylinder der *raphe*, an deren Stelle gleichzeitig die Spindelknorpelmasse ihre grösste Dicke gewinnt.

Die Commissur der Bogengänge entspricht wie der *utriculus* und die Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle grösstentheils den Vestibularsäckchen der Neunaugen, die mit Flimmerepithel, cylinderförmigen Zellen mit colossalen schwingenden Haaren versehen sind,

während das *vestibulum* der *Myxine* einfaches Pflasterepithel zeigt, und sie müssen aus ihnen hervorgegangen gedacht werden. Sie besitzen bei allen Wirbelthieren grösstentheils eine von Gefässen umsponnene, namentlich aussen häufig von den Zellen des perilymphatischen Netzes bekleidete Bindegewebsmembran als Wandung, die bei etwas grösserer Dicke sparsame, elastische Elemente enthalten kann. Diese zeigt dann wieder die zarte Basalmembran und auf dieser ein einfaches, etwas dunkler granulirtes, unregelmässig polygonales Pflasterpithel, wie in den Bogengängen, das aber zuweilen eine Eigenthümlichkeit insofern zeigen kann, als an einzelnen Stellen gruppenweise oder vereinzelt dunkler granulirte Zellen vorkommen, die dann mitunter eine wirtelförmige oder bogenförmige Anordnung zeigen, und zwar deswegen, weil die einzelnen Zellen in gewissen Richtungen und Gruppen übereinstimmende regelmässige Formen besitzen. In dem *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle finden wir aber zuweilen Bilder, als ob einzelne der dunkler granulirten Zellen eine Eigenschaft besässen wie die Zellen, die wir nachher aus der Umgebung der *macula acustica*, namentlich der Fische, und aus der Nachbarschaft der *cristae* einzelner Thiere kennen lernen werden. Sie sind grösser, wechselnd in ihrer Form und lassen zuweilen (Crocodile) Theile der gewöhnlichen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen durchschimmern, so dass man an contraktile Zellen denken könnte, die bald hierhin, bald dorthin ihre Fortsätze aussenden und über die gewöhnlichen festen Bekleidungszellen wegwandern (Zellen mit sternförmigem Querschnitte, M. Schultze). Die Wand dieser Theile kann theilweise, namentlich am Uebergange zur hinteren Ampulle und zum *recessus utriculi*, aus Spindelknorpel bestehen.

Gerade wie diese Theile, so bieten auch die Ampullen, die bei *Myxine* einfache, im Wesentlichen halbkugelige Ausbuchtungen der Vestibularsäcke darstellen, wie sie als solche auch während des embryonalen Lebens bei sämmtlichen Wirbelthieren auftreten und die bei *Petromyzon* schon, wie bei den übrigen Vertebraten, mehr von dem Labyrinthbläschen abgeschnürt erscheinen und ebenso wie die in derselben Weise als abgeschnürte Ausbuchtungen auftretenden Bogengänge an der entsprechenden Wand eine *raphe* tragen, ausserordentlich übereinstimmende morphologische und histologische Verhältnisse dar. Wir unterscheiden an allen ein Dach, einen Boden und zwei Seitenwände, von denen das Dach stets gegen die Concavität der Bogengänge gewölbt erscheint, während der Boden und die Seitenwände mehr gleichmässig plan sich darstellen. In der Mitte des Bodens befindet sich bei allen ein *sulcus transversus* zum Eintritt der Nervenstämmchen, der, in der Mitte am tiefsten, gegen die Seitenwände hin allmählig sich verliert. Aus demselben erhebt sich, quer und senkrecht in das *lumen* vorspringend, eine Leiste,

die *crista acustica*, in der sich die Nervenzweige mit ihren Fasern ausbreiten. Sie steigt an den verticalen Ampullen ein wenig, aber gleichmässig an beiden Seitenwänden empor und verflacht sich dort, erhebt sich dagegen an der Mitte des Bodens am meisten, während in der horizontalen Ampulle, mit Ausnahme der Säuger und der Menschen, wo dieselbe sich wie in den verticalen verhält, die Gehörleiste, wenn auch quer in der Mitte der Ampulle sich erhebend, dennoch asymmetrisch sich an der einen Seitenwand, und zwar der oberen äusseren, höher emporzieht, ein zungenförmiges Aussehen besitzt und dort sich dann allmählig verflacht. Die freien Enden der *cristae*, die bei den *Myxinoiden* einfache, niedrige, an den Wänden der einfachen, halbkugeligen Ausbuchtungen nicht vollkommen quer, sondern etwas schief verlaufende Leisten darstellen, sind kuppelförmig gewölbt, während die seitlichen Abdachungen der verticalen Ampullen entweder gleichmässig eben sind, oder stark vorspringende Leisten in der Mitte zeigen, so dass sie bei einigen Thieren eine Kreuzgestalt bekommen. Diese untergeordneten Leisten haben nichts mit der Ausbreitung des Nerven zu thun, erscheinen demnach auch nicht, wie ich finde, als Träger des Nervenepithels. Die Wand der Ampullen mit den *cristae*, die nichts weiter als Erhebungen, Verdickungen derselben darstellen, besteht bei allen Wirbelthieren, mit Ausnahme der *Cyclostomen*, aus Spindelknorpelmasse und bei diesen, wie in den Bogengängen, aus der von der faserigen Bindegewebshülle umgebenen, namentlich bei *Petromyzon* ungemein entwickelten Cuticularmasse, die sich dann, wie bei den übrigen Wirbelthieren, zur niedrigen *crista acustica* erhebt. Diese endet bei den Neunaugen mit entwickelten Ampullen verflacht an den Seitenwänden. Mit Ausnahme der *crista* zeigt die Wand der bei *Myxine* als einfache Ausbuchtung existirenden Ampulle, wie im übrigen *vestibulum*, ein einfaches Pflasterepithel, während dagegen, ganz abgesehen von den Gehörleisten, bei den übrigen Wirbelthieren an verschiedenen Stellen der Wandung verschiedene Epithelformen sich geltend machen, aber durchgehend in sämmtlichen Wirbelthierclassen eine grosse Uniformität zeigen. Alle Ampullen sind von schönen Gefässnetzen umsponnen. Von den Fröschen angefangen, sieht man die von der Mitte der concaven Fläche der Bogengänge kommenden Hauptstämme über die Mitte des Ampullendaches sich fortziehen und dann ihre Zweige über die Seitenwände abgeben. Dieselben treten namentlich am Boden mit den Nerven in die *crista acustica* hinein und verlaufen hier parallel der Längsaxe derselben und überkreuzen sich rechtwinklig mit den aufsteigenden Nervenfasern. Der Aussenwand haften mehr oder minder reichliche Fasern des perilymphatischen Zellnetzes an, die nebenbei auch die Gefässe in der Lage halten.

Zuweilen können die mehr zusammenhängenden Zellmassen aussen auf den Ampullen ein continuirliches Epithellager vertäuschen.

Das gewölbte Dach, das sich ohne Veränderung in die concave Fläche der Bogengänge fortsetzt, gegen das Dach des *utriculus* aber dünner wird, besitzt seinen grössten Dickendurchmesser in der Mitte und lässt hier bei allen Wirbelthieren einen weissen, meistens schön gewundenen Streifen, die *raphe*, die Fortsetzung der *raphe* des Bogenganges durchschimmern. Das auf der glatten Basalmembran der Spindelknorpelmasse sitzende Epithel ist ein helles, grosses, unregelmässig polygonales Plattenepithel, wie in den Bogengängen, das sich an der *raphe* zu niedrigen, gegen die Mitte convergirenden Cylindern erhebt.

Die dünneren Seitenwände zeigen dieselbe Bekleidung, nur in der Mitte derselben, in der Umgebung der Enden der *cristae* der verticalen Ampullen finden wir, ausgenommen bei den *Myxinoiden*, rings um dieselben das Epithel seinen Charakter ändern. Es bildet hier halbmondförmig um die beiden Enden sämmtlicher Gehörleisten bei den Säugern und Menschen, der verticalen bei den übrigen Wirbelthieren, und um das obere Ende der horizontalen bei diesen herumgelegte, dunkel durchscheinende Flecke, die aus einem wunderschönen, regelmässigen, glashellen Cylinderepithel bestehen (*plana semilunata*), die nur bei den Schildkröten durch mehr unregelmässig polygonale, dunklere Zellen unterbrochen werden, welche, von der Fläche betrachtet, den *plana semilunata* ein zierliches, mosaikartiges Aussehen geben. Gleichzeitig verdickt sich die Wandung, auf der diese Cylinderzellgruppe befindlich, immer mehr. Der Uebergang der unregelmässig polygonalen Pflasterzellen der Seitenwände in die Cylinder der *plana* ist ein ganz allmähliger. Die Zellen erheben sich immer mehr, nehmen dabei an Durchmesser ab, werden regelmässig gestaltet, glashell und zeigen sich an ihrem basalen Ende oftmals zerfasert, was möglicherweise auf einen Zusammenhang derselben mit den Ausläufern der Spindelknorpelzellen deuten könnte. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen in der Höhe der Zellen sehen wir die in den Pflasterzellen im Grunde gelegenen Kerne allmählig sich aus demselben erheben, so dass sie in der unmittelbarsten Umgebung der Gehörleiste in die Mitte der Zellen zu liegen kommen.

Der Boden zu beiden Seiten der *cristae acusticae* trägt Pflasterepithel, wie in den Bogengängen, und nur bei den niederen Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) zeigen sich entweder unregelmässig, wie bei den Fischen, oder regelmässig, wie bei den Fröschen, Anhäufungen dunklerer Zellen, die bei letzteren als gelbliche Flecke sich geltend machen. Sie stellen bei den Fischen die Zellen mit sternförmigem Querschnitte, bei den Fröschen meine flaschenförmigen Pigmentzellen dar und sind in der That auf dem Querschnitte niedrige, bauchige Flaschen.

Von diesen hat es Retzius[1]) wahrscheinlich gemacht, dass sie über dem gewöhnlichen *stratum* der unregelmässigen Pflasterzellen am Boden befindlich, vielleicht contraktile Zellen darstellen und dass ihr ovalkerniges Aussehen von den durchschimmernden Kernen der unterliegenden, fixen Bekleidungszellen herrührt. Die Frösche habe ich darauf hin nicht weiter untersucht, so dass ich hier zunächst an den einfachen, flaschenförmigen Zellen, die als modificirte Pflasterzellen unmittelbar dem Boden der Ampulle, zu bestimmten Gruppen vereinigt, aufsitzen, festhalten muss.

Ich wende mich jetzt zur Schilderung des letzten, aber auch wichtigsten Bestandtheiles der Ampullen, den *cristae*, deren Formverhältnisse ich bereits beschrieben. Folgende Bestandtheile finden sich in ihnen: Die Spindelknorpelmasse der Ampullen, die hier ja gar nichts weiter als mehr oder minder hohe Erhebungen des Bodens derselben darstellen, die die Binnenwand bekleidende Basalmembran, die durch die *crista* ziehenden Nerven, ferner das vom Boden der Ampullen an den Seitenwänden der *crista* bis zur kuppelförmigen Wölbung emporsteigende Epithel, dann das auf der kuppelförmig gewölbten Höhe befindliche Nervenepithel, das sich niemals über den Bereich der oberen, freien Fläche hinaus erstreckt, und schliesslich die *membrana tectoria*, oder die *cupula terminalis*. Dort, wo die Seitenwände der *crista* namentlich in der Mitte in die freie, gewölbte Oberfläche übergehen, findet sich oftmals ein gegen die Seitenwände der Ampulle, an den Enden der Gehörleiste sich verflachender *sulcus* (Fische), in den sich das Nervenepithel gleichsam einfalzt und der die Grenze desselben andeutet. Was im übrigen die Textur der Masse der Leiste betrifft, so ist es dieselbe Spindelknorpelmasse, wie sie an anderen Orten so häufig vorkommt. Wenig charakteristisch ist auch das Epithel der Seitenwände der Gehörleiste. Es zeigt im Ganzen genommen ein Verhalten, wie an den Seitenwänden der Ampullen, in der Umgebung der dort befindlichen Enden der *crista*. Die Pflasterzellen des Bodens sehen wir an ihnen emporsteigen und, wenn dieselben die niedrigen, flaschenförmigen Zellen, auf die ich vorhin besonders aufmerksam gemacht, eingesprengt enthalten, so fehlen diese auch auf den Gehörleisten nicht. Dabei gewinnen die Zellen etwas an Höhe, ohne jedoch eine so ausgeprägte Cylindergestalt anzunehmen, als das an den *plana semilunata* der Fall ist. Gewöhnlich nimmt erst am oberen Drittel der Seitenwand, in der unmittelbarsten Umgebung des Nervenepithels, auf der Höhe der *crista* die Länge derselben plötzlich zu, das Epithel wird dabei einförmig, nicht durch flaschenförmige Zellen unterbrochen. Es zeigt sich in der Form schöner, regelmässiger, glasheller Cylinder, wie wir sie am *planum* trafen und erreicht seine grösste Höhe an der Grenze

1) Anatomische Untersuchungen. 1872.

des Nervenepithels und der in den niedrigen im Grunde gelegene Kern rückt bei den höchsten Zellen in die Mitte derselben.

Die Nerven nun, die in den *sulcus transversus* des Ampullenbodens hineintreten und hier oftmals (Schildkröten) ihre bipolaren Ganglienzellen zeigen, theilen sich an den verticalen Ampullen bei den meisten Wirbelthieren, an sämmtlichen bei den Säugern und den Menschen, wie es schon eine schwache Vergrösserung zeigt, in zwei Gruppen, die symmetrisch zu beiden Seiten schräg gegen das Ende der *crista* aufsteigend das Centrum derselben durchsetzen, während der Nervenast der horizontalen Ampulle bei den meisten ungetheilt gegen das Ende der *crista* sich verliert. Liegen innerhalb der Basen der *cristae* die Nervenfasern in starken, einfachen Bündeln beisammen, so sehen wir sie dagegen in der Mitte der Leisten in unter einander paralelle, senkrecht gegen die gewölbte Oberfläche aufsteigende Bündel zerfallen, und diese lösen sich dann oberhalb der Mitte in ihre dunkelcontourirten Fasern auf, die zuweilen einen schwachen Plexus bilden, ohne sich jedoch unter einander zu verbinden. Im Allgemeinen steigen sie senkrecht zur Basalmembran auf und machen zuweilen unter derselben hakenförmige Biegungen (Schlingen). Bei den höheren Wirbelthieren sehen wir nun die doppeltcontourirten Fasern unter der Basalmembran ihre Myelinscheide verlieren, blass, einfach contourirt werden und als solche (Axencylinder mit Schwann'scher Scheide) senkrecht die Basalmembran durchbohrend, in das Nervenepithel der gewölbten Oberfläche treten. Bei den Fischen dagegen ist dieses nur mit einzelnen Fasern der Fall, die meisten treten mit ihrer Myelinscheide, als dunkelcontourirte Nervenfasern in das Epithel und bei ihnen beobachtet man auch zuweilen, wie die doppeltcontourirte Faser unter der Basalmembran in der Spindelknorpelmasse in eine Menge feiner Aeste zerfällt, die dann als blasse Axencylinder in das Epithel treten.

Dieses besteht wie überall, wo Nervenausbreitungen des *acusticus* sich finden, aus den im Ganzen genommen flaschenförmigen Gehörzellen und den dazwischen gelagerten Isolationszellen, oder, wie ich sie früher nannte, den Zahnzellen. Diese letzteren führen meistens ihren Kern im basalen Ende, das oftmals verschieden geformte Fortsätze zeigt, gleichsam zerfasert sein kann und vielleicht mit den Zellen der Spindelknorpelmasse zusammenhängt. Sie bilden namentlich bei den Fischen nach Art der Radialfasern in der *retina* ein protoplasmatisches, je nach der Dicke der durchtretenden Nervenfasern mehr oder minder enges, unter den Gehörzellen gelegenes Netzwerk für den intraepithelialen Nervenplexus und schicken dann feine, etwas keulenförmig und abgerundet endende Fortsätze zwischen die einzelnen Gehörzellen empor, die sie in den meisten Fällen in einfacher, aber meistens nicht geschlossener Reihe umgeben. Auf der Fläche erscheinen sie als kleine Kreise, die rings um

die grösseren, die Gehörzellen liegen. Diese, deren Kerne eine zweite Reihe oberhalb der der Isolationszellen bilden, sind namentlich in den niederen Classen leicht vergängliche und ausgeprägter cylindrische, flaschenförmige Zellen, als bei den höheren Thieren, deren basales Ende entweder eine ganze, blass gewordene Nervenfaser oder Theiläste einer solchen trägt. Am freien Ende trägt jede Zelle einen homogenen, cuticularen Verdickungssaum, ähnlich wie die Darmcylinder und aus demselben erhebt sich ein ebenfalls als cuticulares Gebilde anzusehendes, namentlich bei den Fischen ungemein langes, steifes, kegelförmiges, unendlich fein auslaufendes Haar, dessen Basis, wie erwähnt, Längsstreifungen zeigt, die wahrscheinlich der Ausdruck von Stiftchen sind, die von der Basis der Haare gedeckt werden und vielleicht mit den Nervenenden in Zusammenhang stehen, da ich glaube, dass die an das basale Ende der Gehörzelle herangetretene Nervenfaser vielleicht unter Theilung das Centrum der Zelle bis zum cuticularen Verdickungssaume durchsetzt und nun entweder in die Basis des Haares tritt, oder vielleicht auch in einem Körperchen endet, auf das Hensen im peripherischen Theile der Zelle unter dem Verdickungssaume zuerst aufmerksam gemacht hat. Die ins Epithel getretenen Nervenfasern gehen entweder als blasse, ungetheilte Axencylinder an das untere Ende der Hörzellen, oder theilen sich, innerhalb des Epithels einen intraepithelialen Plexus bildend und oft auf weite Strecken horizontal verlaufend, in mehrere Aeste, bei den höheren Thieren in zwei bis drei, um dann zum basalen Ende der Gehörzellen zu treten.

Ueber das auf der kuppelförmigen Wölbung der *crista* ausgebreitete Nervenepithel erstreckt sich nun, aber nicht über die Grenzen desselben hinaus und zuweilen bis an das Dach, immer aber bis zum oberen Drittel der Höhe der Ampullen emporragend, die *membrana tectoria*, die *cupula terminalis* (Lang), die ich auch an Embryonen von Säugern und Menschen nicht vermisst, eine cuticulare Bildung des embryonalen Nervenepithels der *crista*. Dieselbe ist eine muldenförmig ausgehöhlte, ausserordentlich leicht abhebbare, aber resistente Membran, deren Form ein Abdruck der kuppelförmigen Nervenepithelfläche der Gehörleisten ist. Sie zeigt sich zuweilen leicht streifig in der Längsaxe, jedoch ohne irgend welche faserige Struktur erkennen zu lassen. Diese Streifung ist der Ausdruck einer schichtweisen Absonderung der Membran. Die Dicke derselben ist entsprechend der höchsten Erhebung der Gehörleiste in der Mitte am beträchtlichsten, am geringsten dagegen an der Peripherie. In diese Membran ragen die Gehörhaare hinein und zwar befindet sich jede in einer tiefen Delle, deren Oeffnung an der ausgehöhlten, dem Nervenepithel aufliegenden Fläche sichtbar. Die Peripherie der Oeffnung ruht dem Basalsaume, der Circumferenz der Basis des Gehör-

haares auf. Zwischen diesen weiten Oeffnungen der glockenförmigen Hohlräume oder Dellen der *membrana tectoria* finden sich dann kleinere, die rundliche, flache Vertiefungen anzeigen und sehr unregelmässig über die Fläche zerstreut sind. Diese rühren von den zuweilen etwas hervorragenden, keulenförmig verdickten, peripheren Enden der Isolationszellen her. Somit ragen die Gehörhaare nirgends direkt in den mit Endolymphe angefüllten Binnenraum der Ampullen hinein und die Bewegung muss sich erst der *membrana tectoria* mittheilen. Diese wird dann auf die Gesammtheit der Gehörhaare der *crista acustica*, die sie deckt, wirken. Die Bewegung der Endolymphe trifft immer nahezu senkrecht auf das gewölbte, obere Ende derselben und auf die demselben aufruhende *membrana tectoria* und ich glaube, es wird einmal dadurch die Deckmembran auf die Gehörhaare gepresst, dann aber auch wohl ein wenig auf ihnen verschoben, und somit wird die durch die Bewegung der Endolymphe hervorgerufene Bewegung der Gehörleiste und der *membrana tectoria* eine Bewegung der Gehörhaare und somit den Nervenvorgang auslösen. Diese *membrana tectoria* zeigt bei allen Wirbelthieren übereinstimmende Verhältnisse, nur die *Cyclostomen* bilden in dieser Beziehung eine Ausnahme. Es ist wohl möglich oder sogar wahrscheinlich, dass dieselbe während des embryonalen Lebens auch bei ihnen als einfache Cuticularmembran existirt, allein im erwachsenen Zustande erscheint sie verkalkt als eine Otolithenplatte, die sehr leicht in einzelne kugel- oder schalenförmige Elemente zerbröckelt, und wenn ich auch nicht glaube, dass das Verhältniss derselben zum Nervenepithel und zu den Hörhaaren desselben ein anderes, als bei den übrigen Vertebraten, so bedarf dieser Punkt doch noch weiterer Untersuchungen.

Haben wir nun so die histologischen Verhältnisse der Ampullen betrachtet, so wenden wir uns jetzt zu den übrigen Bestandtheilen des Gehörbläschens, zu den übrigen aus dem *vestibulum*, wie es bei den *Myxinoiden* vorkommt, sich differenzirenden Abtheilungen, dem *recessus utriculi* und dem *sacculus*. Das einfache *vestibulum* von *Myxine* trägt an seiner Wand das bereits genugsam beschriebene, einfache Pflasterepithel und am Boden eine *macula acustica*, die dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie die *maculae* der übrigen Wirbelthiere. Ich brauche diese daher nicht gesondert zu beschreiben, sondern was ich jetzt von dem *recessus utriculi* und dem *sacculus* der übrigen Thiere, von den Neunaugen angefangen, sagen werde, das findet auch bei *Myxine* seine Anwendung.

Der *recessus utriculi* besteht aus übereinstimmend construirten Seitenwänden, aus einem Dache und einem Boden, der die *macula* trägt, die sich nur bei den Säugern und den Menschen mehr an die Aussenwand hält. An den Boden tritt auch somit gewöhnlich der Nerv, der

sich fächerartig ausbreitet und bei den Menschen und den Säugethieren auf dieselbe Weise an der Aussenwand ausstrahlt. Er besteht aus derselben Spindelknorpelmasse, wie die Bogengänge und Ampullen und ist von Gefässen umsponnen, die namentlich in den Boden hineintreten, der sich dadurch auszeichnet, dass er sich in der Umgebung der *macula acustica* zu verdicken anfängt, um im Centrum derselben den grössten Dickendurchmesser zu erreichen. Zu einer leistenartigen Erhebung kommt es jedoch niemals. Die ganze Innenfläche der Wand des *recessus* zeigt ebenfalls die feine, glatte Basalmembran. Das Epithel des Daches und der Seitenwände bis zur Umgebung der *macula* unterscheidet sich in Nichts von dem Epithel des *utriculus* und der Verbindungsröhre der hinteren, alleinstehenden Ampulle, respektive der Ampullen selber. Es handelt sich um ein einfaches, unregelmässig polygonales, niedriges Pflasterepithel, das zuweilen eine wirtelförmige Anordnung, hervorgerufen durch bestimmt angeordnete und übereinstimmend geformte Zellen, zeigt. Es kommen aber auch, namentlich bei Fischen und Amphibien, in der Umgebung der *macula* die flaschenförmigen Zellen, die Zellen mit sternförmigem Querschnitte vor, deren ich bereits bei verschiedenen Gelegenheiten gedacht. In der Umgebung der *macula* ändert sich nun das Epithel in derselben Weise, wie in den *cristae* der Ampullen. Das Pflasterepithel wird höher, nimmt dabei aber an Durchmesser ab. Es zeigen sich regelmässige, glashelle Cylinder, die wiederum unmittelbar an der *macula* die grösste Höhe erreichen und sich dort in die Isolationszellen fortsetzen. Dabei zeigen sie den Kern in ihrer Mitte ganz so, wie am *planum semilunatum*.

Was nun die *macula acustica* betrifft, so gilt alles, was ich von den Constituenten des Nervenepithels der *cristae* gesagt, in vollem Umfange auch für diese, nur möchte ich erwähnen, dass mir die Länge der Haare nicht so beträchtlich zu sein scheint, als in den Ampullen. Geringfügige Abweichungen bietet dann ferner nur das Verhalten der Nerven im Spindelknorpel. Die in denselben hineingetretenen Nervenbündel lösen sich in ihre doppeltcontourirten Fasern auf und diese bilden, sich mit reichlichen Gefässen verflechtend, einen viel ausgeprägteren und dichteren Nervenplexus, als in den Gehörleisten, aus dem dann wieder wie in den Ampullen die einzelnen Fasern gegen die Innenfläche der Spindelknorpelmasse und den Basalsaum aufsteigen, um diesen durchbohrend ins Epithel zu treten und sich nun ganz so zu verhalten, wie in den *cristae*. Es kommt auch hier zur Bildung eines intraepithelialen Plexus. Abweichender verhält sich die *membrana tectoria*, die sich nur bei *Myxine* so verhält, wie an den Gehörleisten, verkalkt und als eine Otolithenplatte die gesammte Masse des Nervenepithels der *macula acustica* deckt, ohne anscheinend die Grenze desselben zu verlassen. Bei den übrigen

Wirbelthieren nun, bei denen dieses namentlich in den niederen Formen bis zu den Vögeln empor der Fall ist, während bei diesen, den Säugern und den Menschen die deckende Masse sich wieder nur an den Bereich der *macula* hält, zeigt sie ein anderes histologisches Verhalten. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, tritt sie auch hier in der Form einer von dem Nervenepithel und den Zellen der Umgebung abgesonderten, mächtigen Cuticularmasse auf, allein sie beharrt nicht auf dieser Stufe, sondern, von den Neunaugen angefangen, krystallisiren aus ihrem Inneren eine Menge von Kalkkrystallchen heraus, die bei den meisten Fischen sich zu einer zusammenhängenden Kalkmasse verbinden, und diese überwiegen schliesslich in einem so hohen Grade die Grundsubstanz, aus der sie sich bilden, dass dieselbe als eine mehr oder minder dünne, sackartige, den Otolithen oder die Otolithenmasse umhüllende Membran erscheint, die dann namentlich an der von der *macula* abgewandten Fläche ausserordentlich zart ist, so dass es nur in günstigen Fällen gelingt, dieselbe unversehrt zu erhalten und zu demonstriren. Ja es wäre möglich, dass dieselbe sogar bei den Fischen mit zusammenhängenden Otolithen an dieser Stelle verschwände. Dicker erscheint dagegen die Otolithensackmembran an der dem Epithel der *macula* zugewandten Fläche und hier besitzt sie dann eine Struktur, wie die *membrana tectoria* oder die *cupula terminalis* der Ampullen. Sie ist hier resistent und zeigt die tieferen und flacheren Dellen, erstere die glockenförmigen Hohlräume mit weiter Oeffnung zur Aufnahme der einzelnen Gehörhaare, letztere zur Aufnahme der hie und da sich über das Niveau des Epithels erhebenden, keulenförmig verdickten Enden der Isolationszellen. Der ganze Unterschied der deckenden Membranen der Neuroepithelien im *recessus utriculi* und auf den Gehörleisten ist also der, dass dort im Inneren der cuticularen Masse Kalkkrystalle sich bilden, während sie hier als homogene Cuticularmembran persistirt.

Wie der *recessus utriculi*, so zeigt sich auch der *sacculus*, der stets seine *macula* an der Innenwand, unterhalb der Einmündung der *pars superior* und des *ductus endolymphaticus* trägt, trotz seiner unendlich mannigfaltigen Formen zusammengesetzt. Was zunächst seine Wand betrifft, so verhält sich die innere in jeder Beziehung, auch mit Bezug auf die durchtretenden Nerven und Gefässe eben so, wie der Boden des *recessus utriculi*, und nur die Aussenwand zeigt eine Differenz. Sie ist durchgehends bei allen Wirbelthieren mit selbständigem *sacculus* eine ausserordentlich zarte, ungemein leicht zerreissbare Membran, die sich an der Peripherie, gegen die Innenwand allmählig verdickt und in dieselbe continuirlich übergeht. Während jene aus Spindelknorpel besteht, repräsentirt diese eine allmählig auf bereits beschriebene Weise in die Knorpelmasse sich fortsetzende, homogene Bindegewebsmembran, die selten elastische

Elemente besitzt und ausserordentlich sparsam eingestreute, rundliche Bindegewebszellen mit in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fortsätzen zeigt. Das Epithel derselben ist entweder ein wunderschönes, regelmässig polygonales, grosses, niedriges Pflasterepithel (Amphibien), oder es besteht aus grossen, regelmässigen, glashellen Cylindern (Reptilien), ähnlich wie in der Umgebung der Nervenendausbreitungen. Die Innenwand zeigt dagegen, entfernt von der *macula* unregelmässig polygonale Pflasterzellen, aber bei den Fröschen und Fischen befinden sich zwischen ihnen eingesprengt die flaschenförmigen Zellen oder Zellen mit sternförmigem Querschnitte, die dann wieder in der Umgebung der *macula* in die hohen, hellen, den Kern allmählich in der Mitte tragenden Cylinder übergehen. Die *macula*, die Otolithensackmembran mit den Otolithen oder Otolithenmassen verhalten sich in jeglicher Beziehung gerade so, wie in dem *recessus*, und es wäre unnöthig, hier noch einmal das dort bereits Geschilderte zu wiederholen. Das Princip ist somit dasselbe, wie auf den *cristae*, und was die Art der Auslösung des Nervenvorganges sowohl im *recessus utriculi*, als im *sacculus*, dem *sacculus hemiellipticus* und dem *sacculus hemisphaericus* der Menschen und Säuger betrifft, so ist, glaube ich, der Vorgang derselbe, wie an den Gehörleisten. Die Bewegung der Otolithenmassen trifft bei den niederen Thieren beinahe, bei den höchsten Thieren vollständig senkrecht die Gesammtheit der Gehörhaare, und somit wird von einer Verschiebung derselben kaum die Rede sein können.

Wenden wir uns nun zu dem letzten Bestandtheile des häutigen Gehörorganes, der zum ersten Male bei den Neunaugen differenzirten Schnecke, die von da an bis zu den Menschen empor allmählich eine immer höhere Stufe der Entwicklung, und dem zufolge eine immer mehr sich steigernde physiologische Bedeutung gewinnt, so finden wir, dass dieselbe bei den Neunaugen, den Teleostiern, Ganoiden und Plagiostomen in ihrer histologischen Zusammensetzung keine wesentlichen Differenzen von dem *recessus utriculi* z. B. zeigt, und dasselbe ist auch mit dem Homologon bei den höheren Thieren, der *lagena* der Amphibien, Reptilien und der Vögel der Fall. Wir haben es mit einem kleinen, kugeligen oder flaschenförmigen, unten hinten mit dem *sacculus*, oder mit der *pars basilaris* und somit indirekt mit dem Sacke communicirenden Gebilde zu thun, dessen ganze Wandung aus Spindelknorpelmasse besteht, die sich nach innen hin immer mehr verdickt, weil dort der Nerv mit seinen fächerartig ausstrahlenden Aestchen herantritt. Der Binnenraum der Schnecke oder *lagena* zeigt wieder die glatte Basalmembran, auf der dann, entsprechend der Aussenwand, ein einfaches Pflasterepithel befindlich, das, wie bei den übrigen Nervenausbreitungen, gegen die *macula acustica* allmählig an Höhe zunimmt und aus denselben Zell-

elementen besteht, wie in den *plana semilunata*. Die Nervenfasern im Spindelknorpel der Innenwand, die Elemente der *macula*, ferner die Otolithenmasse, die derselben und der unmittelbarsten Umgebung aufruht, verhalten sich ganz so, wie im *sacculus* und *utriculus*. Wie ist nun aber das Verhalten bei den Säugern und den Menschen, bei denen die *lagena* durch die *pars basilaris* zum häutigen Kuppelblindsacke reducirt erscheint? Die Innenwand bekommt, wie ich finde, keine Nerven, eine *macula acustica* und eine deckende Otolithenmasse oder *membrana tectoria* fehlt somit und die ganze Wand desselben ist demnach von einem einfachen, indifferenten Zelllager ausgekleidet.

Bei den Amphibien nun, bei denen wir zum ersten Male neue Theile, als Ausstülpungen der Sackwand, zu dem Homologon der Schnecke der Fische, der *lagena*, treten sehen, und zwar bei *Siredon* und *Triton* den Anfangstheil, bei dem Salamander und Frosche zugleich die *pars basilaris*, finden wir das histologische Verhalten derselben bei *Siredon*, *Triton* und *Salamandra* identisch mit dem der *lagena*, d. h. die Wand der mehr oder minder halbkugeligen Ausstülpungen besteht aus Spindelknorpel, der nur an der Stelle, wo die Nervenzweige an dieselbe herantreten, sich verdickt. Diese tragen dann an dem indifferenten Theile der Wandung ein einfaches, einförmiges Pflasterepithel, das sich wahrscheinlich in der Umgebung der *macula* erhebt. Diese trägt auch hier eine Otolithenmasse, und ich halte mich fest überzeugt, dass sie dieselbe Zusammensetzung in allen ihren Theilen besitzt, wie die des *sacculus*. Ganz dasselbe ist auch wahrscheinlich mit der *pars basilaris* des Salamander der Fall, obgleich mir hier keine histologischen Erfahrungen zu Gebote stehen, die ich aber für den Anfangstheil und die *pars basilaris* der Frösche, die ja auch im Wesentlichen, wie beim Salamander gestaltet sind und die immerhin gegen einander und gegenüber der *lagena* eine gewisse Selbständigkeit besitzen, in reichem Maasse habe. Der Anfangstheil besteht auch hier wieder aus dem einfachen Spindelknorpel, der namentlich an der Innenwand einen ausserordentlich geringen Dickendurchmesser besitzt und nur an der oberen Wand eine bedeutendere Dicke hat, da hier der sich brückenförmig über die Sacköffnung desselben hinüberspannende Nerv herantritt, innerhalb derselben einen schönen *plexus* bildet, um dann gegen die *macula acustica* aufzusteigen, deren Constituenten sich in Nichts von denen der *macula sacculi* unterscheiden. Der übrige Theil der Wandung, der übrigens auch die Basalmembran nicht fehlt, ist von einfachen, niedrigen, grossen, unregelmässig polygonalen Pflasterzellen bekleidet, denen wir schon so oft begegnet, und nur in der Umgebung der *macula* erheben sie sich schnell zu den bekannten schönen Cylindern. Der Unterschied gegenüber den Anfangstheilen der niederen Amphibien besteht darin, dass dem Nervenepithel der *macula* keine Otolithen-

massen aufliegen, sondern eine *membrana tectoria*, die dieselben Texturverhältnisse zeigt, wie die, welche wir von den *cristae acusticae* kennen gelernt haben, und die mit ihren glockenförmigen Räumen die einzelnen Gehörhaare aufnimmt, wie es ja auch die Otolithensackmembran thut. Dieses Vicariiren einer einfachen, homogenen, cuticularen *membrana tectoria* für eine Otolithensackmembran mit eingeschlossenen Kalkkrystallen ist interessant, um so interessanter, weil wir bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen, wie ich hier gleich beifügen will, bei denen sich ja der Anfangstheil der Schnecke mit der *lagena* vereinigt, und bei denen die beiden bei den Amphibien getrennten *maculae* verschmelzen, in dem Theile, der dem Anfangstheile der Amphibien homolog, nicht wie bei den Fröschen, eine *membrana tectoria*, sondern eine Fortsetzung der Otolithenmasse der *lagena* auftreten sehen, ohne dass sich sonst etwas Wesentliches in den histologischen Verhältnissen des Anfangstheils und der *lagena*, namentlich auch in den *maculae acusticae*, ändert.

Die wichtige *pars basilaris* nun, die wir zum ersten Male bei den *Salamandrinae* und den *Ranae* auftreten sehen und die wir von diesen Thieren an durch die Reihe der übrigen Vertebraten bis zu dem Menschen verfolgen wollen, ist ja in ihrer einfachsten Form ein einfacher Knorpelring, an dessen vordere Hälfte der Nerv herantritt, während die hintere frei bleibt. Wir bezeichneten jene daher als den Nervenknorpel, oder nach der bei den Säugern gültigen Nomenclatur als *limbus spiralis cartilagineus*, diese nach den Formverhältnissen bei den Vögeln als dreieckigen, oder als *ligamentum spirale*. In der Lichtung des Ringes spannte sich die Basilarmembran als Innenwand aus, während als Aussenwand des Raumes die *membrana Reissneri* sich fand, die bei den Fröschen als ein selbständig differenzirter Theil der Sackaussenwand sich darstellte. Die gesammte Wandung der *pars basilaris*, die, von den Reptilien angefangen, einen immer wesentlicheren Theil des Schneckenrohres bildet, dessen Binnenraum man ja als *scala cochlearis*, oder *scala media* bezeichnet, differenzirt sich also in eine knorpelige Vorder- und Hinterwand, *limbus spiralis cartilagineus* und *ligamentum spirale*, und in eine wesentlich membranöse Aussen- und Innenwand, *membrana Reissneri* und *basilaris*. Alle diese Theile wachsen so aus, dass die Knorpel, die die hervorstechendsten Theile des Schneckenrohres bilden, einen langgestreckten, spiralig gewundenen Rahmen darstellen, in dem und über den sich dann die gleichmässig wachsende Innen- und Aussenwand ausspannt. Alle Wände gehen, wie bekannt, gleichmässig in die einfache Wandung des häutigen Kuppelblindsackes oder der *lagena* über, die also demnach, wie das entwicklungsgeschichtlich und vergleichend anatomisch leicht erklärlich, auf einer einfachen Stufe der Ausbildung beharrt. Oben ver-

einigen sich die beiden Knorpel einfach bogenförmig und durch ihr Auswachsen nach oben, oberhalb des Ansatzes des *canalis reuniens* bilden sie zugleich mit der *membrana Reissneri* und der *basilaris* den Vorhofsblindsack bei den Säugern und Menschen, der dieselbe Zellbekleidung besitzt, wie die ihn zusammensetzenden Theile und der bei den niederen Thieren, Vögeln und Reptilien kaum in Andeutungen vorhanden ist.

Die in jeder Beziehung verhältnissmässig einfachste Wandung der *scala media* ist die äussere, die *membrana Reissneri*, das *tegmentum vasculosum* bei den Crocodilen und Vögeln. Bei den Fröschen ein Theil der Sackaussenwand, stellt sie eine aus Spindelknorpel bestehende, schalenförmige Verdickung derselben dar, die im Binnenraume auf ihrer Basalmembran ein einfaches, niedriges Pflasterepithel trägt. Anders schon bei den Schlangen, Blindschleichen, Eidechsen, wo sie einem Theile des Nervenknorpels und des *ligamentum spirale* und zwar der vestibularen Kante derselben anhaftet und sich selbständig und als glatte Membran über den Knorpelrahmen der *pars basilaris* spannt. Bei den Schildkröten, bei denen die histologischen Verhältnisse näher festgestellt wurden, entspringt die Membran an der hinteren Kante der vestibularen Fläche des Nervenknorpels (Taf. XIV, Fig. 50), um sich dann an dem gleichen vestibularen Rande des *ligamentum spirale* (*ibidem*) anzuheften. Ganz dasselbe ist bei den Vögeln (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16 u. 18) der Fall und im Wesentlichen zeigt es sich ebenso bei den Säugern und den Menschen, so dass die vordere Fläche des *ligamentum spirale*, die hintere des *limbus spiralis cartilagineus* in den Bereich der *scala media* fällt. Bei allen Wirbelthieren, inclusive dem Menschen, besteht die *membrana Reissneri* aus einem zarten, homogenen, mit sparsam eingestreuten, rundlichen Zellen, hie und da elastische Fasern aufweisenden Bindegewebe (Taf. XIV, Fig. 52), über dessen Aussenfläche ein Netz von Gefässen sich spannt, die bei den Crocodilen und Vögeln das Eigenthümliche zeigen, dass dieselben an den oberen Zweidritteln der Membran mit ihren stärksten Zweigen in regelmässiger, unter einander ziemlich paralleler Richtung quer über die Membran verlaufen und dieselbe tief gegen den Binnenraum der Schnecke falten. Der feinen Basalmembran derselben ruht bei den Schildkröten ein schönes, hohes, regelmässiges, glashelles Cylinderepithel auf (Taf. XIV, Fig. 52), welches bei den Vögeln ähnlich beschaffen, aber mehr kubisch sich darstellt und bei den Säugern und den Menschen zu einem etwas höheren, fast kubischen Pflasterepithel wird. Dasselbe nimmt bei den Vögeln, wie bei den Säugern gegen die Knorpel hin etwas, aber unbedeutend an Höhe zu.

Der hintere Knorpel des Rahmens, der dreieckige der Vögel, das *ligamentum spirale*, das bereits bei den Vögeln einer *lamina spiralis*

secundaria aufsitzt, von der man bei den Crocodilen nur Andeutungen sieht, ist in seiner Form bei den Schildkröten weniger ausgeprägt, bei den Vögeln, Säugern und den Menschen dagegen vollkommen dreiseitig und zeigt sich auf dem Querschnitte in Gestalt eines sphärischen Dreieckes, die eine Seite dem Knochen, die andere Fläche, die innere, der *scala media,* die dritte der *scala tympani* zugekehrt. Der eine Winkel, der vestibulare, dient zum Ansatze der *membrana Reissneri,* der zweite, der *angulus basilaris,* zur Anheftung der Basilarmembran, der dritte, tympanale, der, wie der vestibulare, eine durchschnittene Kante oder Leiste repräsentirt, verliert sich am Perioste der *scala tympani.* Sogar schon bei den Schildkröten befindet sich an der concaven Fläche, die dasselbe dem Schneckenlumen zukehrt (Taf. XV, Fig. 53), ein Homologon des *ligamentum spirale accessorium,* des Wulstes des Spiralligamentes, als eine stumpfe Kante und somit ein *sulcus spiralis externus* (Waldeyer). Das ganze Spiralligament ist reichlich von Gefässen durchzogen, ohne dass es bei den Reptilien und Vögeln zur Bildung einer besonderen *stria vascularis* kommt. Ebensowenig lässt sich ein besonderes *vas prominens* nachweisen. Es besteht aus einfacher Spindelknorpelmasse mit einer an der Scalafläche befindlichen Basalmembran. Ich bin jedoch bei den Reptilien und Vögeln nicht im Stande, durch diese hindurch Verbindungen der Zellen mit der Epithelialbekleidung zu entdecken, ohne damit der Entdeckung derselben bei den Säugern zu nahe treten zu wollen, da ich an verschiedenen Stellen gezeigt, dass so etwas nicht ganz unwahrscheinlich. Die Spindelzellen zeigen mannigfaltigere Ausläufer bei den Säugern, und bei allen zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie gegen den Ansatz der Basilarmembran, den *angulus basilaris,* convergiren. Die Epithelialbekleidung des *ligamentum spirale* bei den Fröschen, das ebenfalls gegen den Schneckenbinnenraum, das *lumen* des Knorpelringes, hin ausgehöhlt erscheint, ist ein einfaches Pflasterepithel, wie etwa in den Bogengängen, während sie dagegen bei den Schildkröten als Fortsetzung des Epithels der *membrana Reissneri* aus schönen, hohen, glashellen, aber gegen den Basilarwinkel an Höhe abnehmenden Cylinderzellen (Taf. XV, Fig. 53) besteht. Es kommt jedoch vor, dass, wie bei den Säugern, entsprechend dem *sulcus spiralis externus* das Epithel wieder ein klein wenig an Höhe zunimmt (Taf. XV, Fig. 54), und das ist namentlich in der Mitte der Schnecke der Fall. Bei den Vögeln nimmt das Epithel der *scala-media-*Fläche gegen den Ansatz der Basilarmembran ebenfalls an Höhe ab, die Zellen erscheinen aber relativ niedriger, als bei den Schildkröten, und bei den Säugern finden wir sie im Ganzen genommen noch niedriger, nur im *sulcus externus* höher. Auf der tympanalen Fläche des *ligamentum spirale* sieht man zuweilen Zellen haften, die aber kein Epithel darstellen, sondern Reste des netzförmigen Binde-

gewebes des *cavum perilymphaticum* der *scala tympani* sind. Das Spiralligament verliert sich bei allen Thieren sowohl vestibular- als tympanalwärts allmählig in Bindegewebe.

Der vordere, der Nervenknorpel, der viereckige der Vögel, der *limbus spiralis cartilagineus*, der sich schon bei den Crocodilen einem Homologon der *lamina spiralis ossea* angelagert findet, wie dieselbe bei den Vögeln und in voller Ausbildung bei den Säugern vorhanden, zeigt sich auf dem Querschnitte bei allen übereinstimmend vierseitig mit einer gegen den Knochen, einer gegen die *scala vestibuli* oftmals wenig ausgedehnten, vestibularen, einer gegen die *scala tympani* gekehrten, tympanalen und einer gegen die *scala cochlearis* sehenden Fläche. Von allen Kanten, respektive Querschnittswinkeln, ist derjenige am bedeutendsten, der zum Ansatze der Basilarmembran dient. Die vestibulare Fläche ist bereits bei den Vögeln (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16) sehr klein, bei den Säugern und den Menschen fehlt sie so gut wie ganz und markirt sich nur als Ansatz der *membrana Reissneri*, die bei den übrigen Thieren ihre Anheftung am hinteren Ende derselben findet (Taf. XIV, Fig. 50 *a*). An den hinteren Theil der tympanalen Fläche, oder in der ganzen Ausdehnung derselben legt sich der Nerv, und bei den Schildkröten sogar das *ganglion cochleare* (Taf. XV, Fig. 55) an den vorderen Theil derselben, während es dagegen bei den Säugern bekanntlich an der Basis der *lamina spiralis ossea* befindlich. Die Nervenfasern durchbohren dann durch Einschnitte oder Spalten (Nervendurchtritt, *habenula perforata*) in Bündeln den *angulus tympanicus*, die Ansatzstelle der *membrana basilaris*, um in den Binnenraum zu treten, während sie bei den Fröschen einfach die ganze Substanz des Nervenknorpels in querer Richtung durchbohren (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16. Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 35) (Taf. XV, Fig. 55). Unter der Durchtrittsstelle des Nerven durch den *angulus tympanicus* findet man bei den höheren Thieren, von den Reptilien angefangen, die *vasa spiralia*. Die Fläche, die dem Schneckenlumen zugekehrt ist, ist bei allen Thieren am grössten, wie das *ligamentum spirale* ausgehöhlt und besitzt wie überall die schon oft erwähnte, feine Basalmembran. Bei den Vögeln sehen wir dann, namentlich gegen das Ende der Schnecke, an dieser Fläche einen flachen Wulst auftreten, der auf dem Querschnitte als stumpfer Winkel sich darstellt (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16, Fig. 18 *n*), das *labium vestibulare* oder den *limbus vestibularis*, der ja bei den Säugern und Menschen eine bedeutende Ausdehnung gewinnt. Zwischen ihm und dem Ansatze der Basilarmembran, dem *labium tympanicum*, befindet sich bei den Vögeln schwach, bei Säugern und den Menschen stark ausgeprägt, der *sulcus spiralis* (*internus*).

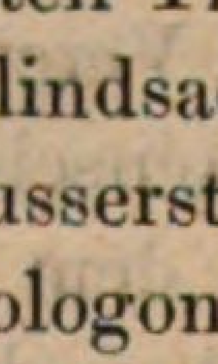
Das Gewebe des *limbus spiralis cartilagineus*, des Nervenknorpels, ist wiederum Spindelknorpel, der nicht selten, wie bei den Reptilien und Vögeln, von sparsamen Gefässen durchsetzt ist. Bei den Säugern finden sich in der Intercellularsubstanz oft Kalkincrustationen und die *scala-media*-Fläche zeigt sich namentlich an und oberhalb des *sulcus spiralis* gefurcht (Zähne erster und zweiter Ordnung) und gleichzeitig schicken die Spindelzellen nach verschiedenen Richtungen Fortsätze aus, allein das bedingt keine principielle Differenz, selbst wenn das Gewebe einen osteoiden Charakter annimmt. Im embryonalen Zustande sieht man die Basalmembran die *scala-media*-Fläche glatt überziehen. Die Epithelbekleidung zeigt sich bei den Fröschen wiederum als eine einfache Pflasterzelllage, allein gegen die Mitte der ausgehöhlten, gegen das Schneckenlumen, den Raum des Knorpelrahmens sehenden Fläche sehen wir dasselbe sich ziemlich plötzlich rings um eine *macula acustica*, wie an anderen Orten auch, zu niedrigen, mehr kubischen Cylinderzellen erheben, die wiederum am höchsten an der Peripherie der *macula* sich darstellen. Die *macula* liegt also, wie bereits früher erwähnt, bei diesen Thieren ganz in dem Bereiche des Knorpels. Bei den Schildkröten sehen wir dagegen bis in die Nähe der Ansatzstelle der Basilarmembran hohe, schöne Cylinderzellen, die Fortsetzung derjenigen der *membrana Reissneri* (Zahnzellen), auftreten und diese nehmen immer mehr an Höhe zu, je näher wir dem *limbus tympanicus* kommen, da dieser auf seiner Innenfläche einen Theil der *macula acustica* trägt. Die glashellen Cylinder, deren Kern anfänglich im Grunde liegt, werden dann wie an anderen Orten, wo Nerven hindurchtreten, an der *macula* am höchsten und tragen hier ihren Kern in der Mitte. Aehnlich bei den Vögeln, deren *limbus tympanicus* (Nervendurchtritt) ebenfalls einen Theil der *macula acustica* trägt, allein die Zahnzellen nehmen bei diesen Thieren nur bis zum *limbus vestibularis* an Höhe zu, erreichen hier ihre grösste Höhe und zeigen oft in der Mitte ihres glashellen Inneren den Kern (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 18), namentlich im embryonalen Zustande, im *sulcus spiralis* nehmen dieselben jedoch wieder an Höhe ab und werden mehr kubisch (*ibidem*, Fig. 16. 18). Ganz dasselbe ist auch mit den Zahnzellen, an den Zähnen der ersten und zweiten Ordnung, also bis zum *limbus vestibularis*, bei den Säugern und Menschen der Fall, während der *sulcus* von niedrigeren, mehr kubischen Zahnzellen ausgefüllt wird. Diese bekleiden aber bei den höchsten Thieren die Spiralfurche bis zum Ansatze der Basilarmembran, so dass kein Theil der *macula acustica* auf dem *limbus spiralis cartilagineus*, wie bei den niedriger stehenden, zu liegen kommt. An der Vereinigung der Knorpel, die bei den Säugern und den Menschen zum Vorhofsblindsacke wird, sehen wir die Cylinderzellen sowohl des Nerven, als des dreiecki-

gen Knorpels, des *limbus spiralis cartilagineus* und des *ligamentum spirale,* einfach in einander übergehen und die ganze Ausdehnung bekleiden, wie bei den Säugern und Menschen, oder wir sehen, wie bei den Reptilien und Vögeln, an der Ansatzstelle der *membrana basilaris* einen kleinen Theil der *macula* derselben aufliegen.

Somit kommen wir nun zur Betrachtung der wichtigen *membrana basilaris,* von der wir wissen, dass sie durch die Bewegungen der Endolymphe in Schwingungen gesetzt wird, und die bei den höheren Wirbelthieren entweder theilweise, oder ganz Trägerin der *macula acustica* der Schnecke ist. Sie spannt sich bei allen zwischen den Leisten, dem *limbus basilaris* des *ligamentum spirale,* des hinteren, dreieckigen Knorpels, und dem *limbus tympanicus* oder *basilaris* des *limbus spiralis cartilagineus,* die beide auf dem Querschnitte als stark vorspringende Winkel erscheinen, straff aus und stellt überall eine elastische Membran dar, die mit Bezug auf ihre Entwicklungsgeschichte ein ausserordentlich hohes Interesse in Anspruch nimmt, insofern sie einen klaren Einblick in die Bildungsweise des elastischen Gewebes überhaupt gestattet. Bei den Fröschen, bei denen sie entsprechend der Form des Knorpelringes eine kreisförmige Membran darstellt, erscheint sie in ihrer einfachsten Gestalt. Sie ist hier (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 36) eine einfache Fortsetzung der Basalmembran des Knorpelringes, die zuweilen an der dem *lumen* desselben abgewandten, der tympanalen Fläche, Zellrudimente zeigt, die der regressiven Metamorphose unterliegen, dagegen während des embryonalen Lebens eine grosse Rolle spielen. Wir wissen, dass die Zellen des embryonalen Schneckenrohres, die die Wandung desselben zu bilden bestimmt sind, bevor sie sich in die einzelnen Gewebe, Knorpel, Reissnersche Membran differenziren, zunächst gegen den Binnenraum hin eine gleichmässige, cuticulare Basalmembran absondern, und das ist natürlich auch an der Stelle der Fall, wo sich die *membrana basilaris* bilden soll. Anstatt dass nun aber die Zellen nach Absonderung der Basalmembran bei den Fröschen anderweitige Gewebe produciren, wie an anderen Orten das homogene Bindegewebe, die Spindelknorpelmasse, hören sie bei diesen Thieren auf produktiv zu sein und unterliegen der regressiven Metamorphose und sind nur mehr als Zellrudimente an der tympanalen Seite nachweisbar. Diese zarte, einfach als homogene Basalmembran existirende *membrana basilaris* zeigt sich dann auch in ihrer Epithelialbekleidung höchst einfach. Sie trägt ein schönes, polygonales, niedriges Pflasterepithel, wie es an der Knorpelwand der *pars basilaris* vorkommt. Anders stellt sich nun das Verhältniss bei den Reptilien, Vögeln, Säugern und den Menschen. Die embryonalen Zellen sondern nicht nur an der Stelle, an der sich die *membrana basilaris* bilden soll, an der

Innenseite, die der *scala tympani* zugekehrt ist, eine feine, cuticulare Basalmembran ab, um dann zu verschwinden, sondern, nachdem das geschehen, schicken sie, aber auch als Cuticularbildungen, wie ich das von den Vögeln beschrieben, an der tympanalen Seite derselben glashelle Fortsätze aus, die immer länger und dicker werden und von dem *limbus spiralis cartilagineus* bis zum *limbus basilaris* des *ligamentum spirale* sich hinüberspannen, unter einander paralell verlaufen und somit die *membrana basilaris* zu einer querstreifigen, faserigen Membran machen, deren Fasern durch die zuerst abgesonderte Basalmembran nach Art einer Kittsubstanz zusammengehalten werden. Diese Fasern entwickeln sich, wie ich jetzt anzunehmen Grund habe, in einfacher Lage neben einander, wofür namentlich Flächenpräparate sprechen, während ein Durchschnitt durch die Membran leicht eine Schichtung der Faserelemente vortäuschen kann. Sie sind also ebenfalls als eine von jeder Zelle ausgehende Cuticularmasse anzusehen, die demnach durch eine secernirende Thätigkeit des Protoplasma hervorgerufen wird, und sie sind elastischer Natur. Ob es sich nun aber um hohle, elastische Röhren, oder um solide elastische Fasern handelt, muss ich auch diesmal dahin gestellt sein lassen, jedenfalls sind dieselben vom Anfange bis zum Ende gleich dick und rund. Nachdem nun dieselben durch die Zellen zur vollen Ausbildung gebracht sind, verschwinden diese allmählig entweder ganz, oder zum Theil. Sie verkümmern und man findet sie im erwachsenen Zustande nur als durch grössere oder geringere Zwischenräume getrennte Kerne, umgeben von geringfügiger, protoplasmatischer Substanz, die zuweilen Fortsätze zeigt, wie bei den Schlangen und Schildkröten, Fortsätze, die aber als erst nachträglich gebildet erscheinen.

Diese im Knorpelrahmen ausgespannte, durch die unter einander parallelen, gleich starken elastischen Fasern ausgezeichnete Basilarmembran zeigt nun bei den Schlangen und Eidechsen die geringste Länge, bei den Schildkröten schon eine grössere, eine noch grössere bei den Crocodilen und Vögeln, die grösste aber bei den Säugern und den Menschen. Sie beginnt an der oberen, bogenförmigen Vereinigung der Knorpel der *pars basilaris* bei den Säugern und den Menschen, also am Vorhofsblindsacke, und erstreckt sich bis zur *lagena,* dem häutigen Kuppelblindsacke, der ja bei den Säugern und Menschen die geringste Ausdehnung besitzt und zugleich frei von jeglicher Nervenausbreitung ist. Dabei zeigt sie constant die Eigenthümlichkeit, dass der quere Durchmesser derselben an dem Beginne der Schnecke am kleinsten, während sie von da an nach abwärts bis zu einem gewissen Punkte continuirlich an Breite zunimmt, so dass damit natürlich auch gleichzeitig die queren Fasern an Länge wachsen. Bei den Schlangen und Eidechsen liegt dieser Punkt etwa in der Mitte der Membran und von da an nimmt die-

selbe bis zur *lagena* hin wieder an Breite, ihre Fasern an Länge ab. Bei den Eidechsen liegt er an der queren Knorpelbrücke, die die *membrana basilaris* in zwei Hälften theilt, so dass sich demnach bei den Schlangen und Blindschleichen die Form der Basilarmembran und das Verhältniss der Länge der Fasern etwa so stellt: a  während sie bei den Eidechsen, bei denen gleichzeitig die Länge der Membran und somit die Zahl der Fasern entschieden zugenommen, folgende Form besitzt: b 
Bei den Schildkröten ist die Basilarmembran dann noch weiter in die Länge gewachsen, die Zahl der Fasern hat sich demnach abermals vermehrt und bei ihnen liegt dann die grösste Breite der Membran, die grösste Länge ihrer Fasern schon mehr an dem unteren, dem Lagenarende, und wir bekommen demnach folgende Figur: c  Von da an bis zur *lagena* sehen wir dann die Breite, und zwar ziemlich plötzlich, wieder abnehmen. Betrachten wir darauf die *membrana basilaris* bei den Crocodilen und den Vögeln, so ist die Lage der breitesten Stelle ebenfalls, wie bei den Schildkröten, in der nächsten Nähe der *lagena*, allein da die Basilarmembran ungemein in die Länge gewachsen und mindestens das Fünffache der der Schildkröten beträgt, so ist die Zahl der Fasern vom schmalsten Theile der Membran am Anfange der Schnecke, bis zum breitesten, also die Zahl der immer mehr und continuirlich an Länge zunehmenden, elastischen Elemente eine beträchtlich viel grössere, und sehen wir uns dann die Schnecke der Säuger und der Menschen an, bei denen die *membrana basilaris* die grösste Länge erreicht, so finden wir, dass von dem schmalsten Theile derselben, am Vorhofsblindsacke, die Fasern bis zum Kuppelblindsacke continuirlich an Länge zunehmen. Wir sehen somit, dass am äussersten Ende der Membran, am häutigen Kuppelblindsacke, dem Homologon der *lagena*, die grösste Breite, respektive Länge der Fasern erreicht ist und dass demnach die Basilarmembran folgende Gestalt besitzt: d  Wir haben also im ausgeprägtesten Maasse bei den Säugern und den Menschen einen Apparat, wie die Claviatur eines Fortepiano, die ja ebenfalls aus einer Anzahl verschieden langer, unter einander paraleller und straff ausgespannter, elastischer Stränge besteht,

und da wir wissen, dass die Bewegung der endolymphatischen Flüssigkeit die Basilarmembran in Bewegung setzt, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass diese elastischen Fasern abgestimmt sind und dass die grösste Zahl der Schwingungen in der Zeiteinheit die Faser am Anfange der Schnecke, die kleinste die am Ende der Basilarmembran befindliche in Bewegung setzt, dass also erstere auf den höchsten, letztere auf den tiefsten Ton abgestimmt ist, der überhaupt zur Perception gebracht werden kann, und da wir wissen, dass die Zahl der zwischengelegenen Fasern bei den Menschen eine ungemein grosse, so wird die Zahl der Töne, auf welche die Saiten abgestimmt sind, ebenfalls eine grosse sein. Da wir ferner wissen, dass die Zahl von der kürzesten bis zur längsten bei den Schlangen am geringsten und die längste Faser in der Mitte gelegen ist, so muss die Zahl der Töne, auf die sie abgestimmt sind, ebenfalls am geringsten sein, grösser aber schon bei den Eidechsen und Schildkröten und noch grösser bei den Crocodilen und Vögeln, bei denen ja einmal die längste Faser, wenn auch nicht ganz, so doch nahe am Ende der Basilarmembran lag und bei denen zweitens die Basilarmembran sehr gewachsen war, so dass die Zahl der schwingenden Fasern sich vergrösserte. Von den Schlangen angefangen, ist also ein Apparat vorhanden, der die Tonempfindung vermitteln könnte, und zwar in engen Grenzen bei den Schlangen, von da an aber bis zu den Menschen empor in immer weiter sich ausdehnenden. Die elastischen Fasern übertragen dabei jede ihre Bewegungen für sich, da dieselben ja niemals direkt mit einander verbunden sind, wenn dieselben auch einer gemeinsamen Basalmembran mehr oder minder fest anliegen, und es wird jedenfalls die Tonempfindung am reinsten bei den höchsten Thieren sein müssen, da ja die kürzeste und längste Faser des Saitenspieles mit dem Anfange, respektive dem Ende der Schnecke zusammenfällt, und um so mehr, weil, wie ich bereits öfters zu bemerken Gelegenheit hatte, die *macula acustica* bei den Säugern und den Menschen ausschliesslich auf der *membrana basilaris* sich findet und ebenfalls mit der Breitenzunahme der Basilarmembran continuirlich an Breite zunimmt, während bei den übrigen Thieren, von den Schlangen angefangen, freilich immer weniger, ein Theil derselben dem Nervenknorpel, bei den Vögeln der Durchtrittsstelle des Nerven, der *habenula perforata* aufruht.

Damit wende ich mich denn zur Schilderung der Epithelbekleidung der Basilarmembran, die im Wesentlichen von den Schlangen bis zu den Menschen eine und dieselbe ist. Das cylindrische Epithel des *ligamentum spirale* zieht sich bei den Schildkröten, Vögeln und den Säugern einfach bis zur Grenze der *macula acustica* über die Basilarmembran hin und bekleidet bei den Schildkröten über die Hälfte, bei den Vögeln etwas über ein Drittel, bei den Menschen und Säugern noch weniger und die

Zellen, die niedrige Cylinder darstellen und fast kubisch zu nennen sind, zeichnen sich dann überall dadurch aus, dass sie wie an allen Orten, wo Nerven sich ausbreiten, in der unmittelbarsten Umgebung der *macula* plötzlich höher werden (Stützzellen). Was dann den wichtigsten Theil der Basilarmembran, die *macula acustica* oder das *organon Corti* betrifft, so finden wir durchaus keine wesentlichen Abweichungen von dem Verhalten der *maculae* an anderen Orten. Principiell ist also der Bau bei dem Menschen der gleiche, wie bei den niedersten Wirbelthieren und wahrscheinlich auch bei den Evertebraten.

Wir haben also auch hier wieder wie bei allen Vertebraten Isolationszellen, die nichts mit den Fasern des *acusticus* zu thun haben, und haartragende Hörzellen, die Nervenendapparate zu suchen und finden dieselben in der That in bei den verschiedenen Thieren bis zum Menschen empor höchst übereinstimmenden Formen. Nur das ist das Abweichende bei den Säugern und den Menschen, dass durch die ganze Länge der *macula* hindurch, vom Vorhofsblindsacke bis zum häutigen Kuppelblindsacke eine Doppelreihe von Isolationszellen in der Nähe des Nervendurchtrittes zieht, die sich im embryonalen Zustande auf dem Querschnitte als zwei nebeneinander gelegene Cylinderzellen präsentiren und dadurch die *macula* in eine vordere, kleinere und eine hintere, dem *ligamentum spirale* zugewandte Abtheilung scheiden, und diese Doppelreihe von besonders sich entwickelnden Isolationszellen zeigt dann das Eigenthümliche, dass die Elemente durch das Wachsthum der Basilarmembran mit ihren basalen Enden sich von einander entfernen, so dass sie auf diese Weise eine Brücke, einen Steg bilden, zu dessen beiden Seiten die gewöhnlich geformten Bestandtheile der *macula* sich ausbreiten. Diese Zellreihen sind die Cortischen Fasern, die schon so oft beschrieben sind und deren Entwicklungsgeschichte hier nicht Gegenstand vergleichend anatomischer Betrachtung zu sein braucht, weil sie einfach den übrigen Wirbelthieren fehlen. Sie sind aber nichts weiter als modificirte Isolationszellen, die niemals Nervenendapparate darstellen. Unter den übrigen Elementen der *macula* sehen wir die gewöhnlichen Isolationszellen, hohe Cylinder, die mit ihrem basalen Ende der Basilarmembran aufsitzen und innerhalb derselben findet sich entweder unmittelbar an der *membrana basilaris*, oder etwas höher der Kern. Sie senden dann zwischen die einzelnen Hörzellen das feinere, periphere Ende, das etwas abgerundet, zuweilen ein wenig keulenförmig verdickt an der freien Epitheloberfläche liegt. Die Hörzellen sind auch hier wieder mehr oder minder ausgeprägte, flaschenförmige Cylinder, mit dem Kerne im Bauche der Flasche, am basalen Ende rasch sich zuspitzend. Das periphere Ende trägt einen Basalsaum, aus dem sich das Gehörhaar erhebt, welches längsstreifig und so lang, wie im *utriculus* und *sacculus* sich darstellt,

dagegen kürzer, als in den Ampullen erscheint. Es kann selbst in kurze Härchen zerfallen, oder, wie ich das bereits hervorgehoben, es umschliesst mit seiner Basis kurze Stiftchen. Bei den höchsten Thierformen hat ja HENSEN unter dem Basalsaume ein eigenthümliches Körperchen entdeckt, dessen Bedeutung noch näher untersucht werden muss. Die Nervenfasern nun, die, in Bündel zusammengedrängt, den *angulus basilaris* des *limbus spiralis cartilagineus* durchbohren, verlieren bei allen Thieren während ihres Durchtrittes ihre doppelten Contouren und treten ohne Ausnahme als blasse, mit Schwann'scher Scheide versehene Axencylinder in's Epithel und heften sich entweder als solche an das basale Ende der Gehörzelle, oder theilen sich zwischen den Isolationszellen, respektive auch den Cortischen Zellen verlaufend und einen intraepithelialen Plexus bildend, von dem auch einige Fasern der Längsaxe der Schnecke parallel verlaufen, in zwei, respektive drei feine Fäserchen, die dann zum basalen Ende der Hörzellen ziehen, aber jedenfalls hier nicht enden, sondern wahrscheinlich durch das Innere der Zelle bis zu dem Basalsaume und vielleicht durch diesen bis zur Basis des Gehörhaares und den Stiftchen verlaufen.

Der letzte, wesentliche Theil der *macula* ist nun eine *membrana tectoria*, wie wir sie sonst überall, sei es als solche, oder als Otolithensackmembran finden, und wir finden sie in einfacher Form bei den Reptilien und Vögeln, in complicirter dagegen bei den Säugern und den Menschen, bei denen sie als *membrana Corti* und *reticularis* bezeichnet wird. Die *membrana tectoria* der Schildkröten und Vögel, die wir zunächst gesondert betrachten wollen und die im Wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse zeigen, deckt die ganze *macula acustica*, begiebt sich, wenigstens bei den Vögeln, nicht über den Bereich derselben hinaus gegen den dreieckigen Knorpel, das *ligamentum spirale* und hat demnach nichts mit den Stützzellen zu thun. Nur bei den Schildkröten scheint das der Fall zu sein, allein auch nur in geringer Ausdehnung (Taf. XV, Fig. 58 *c*). Wir finden, dass dieselbe der ganzen Ausdehnung den auf der ausgehöhlten *scala-media*-Fläche des Nervenknorpels befindlichen Zahnzellen aufruht und sich in den *sulcus spiralis* hineinsenkt (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVII, Taf. VIII, Fig. 16 *s*, Fig. 18 *h*).

Von diesen Zellen rühren die grossen Eindrücke her, die wir an der ersten Zone der Unterfläche der *membrana tectoria* finden, und die Leiste, die bei den Vögeln dem *sulcus* entsprechend verläuft. Die Eindrücke der Zahnzellen rufen bei den Schildkröten ein reticuläres Aussehen hervor (Taf. XV, Fig. 58 *a*). Der übrige Theil der Membran, der gegen das Ende der *macula* immer dünner wird, zeigt auf der der *macula* zugewandten Fläche, wie die *membrana tectoria* der Ampullen und der

Otolithensackmembran, grössere und kleinere Oeffnungen, welche erstere in tiefe Dellen führen, die zur Aufnahme der Gehörhaare bestimmt sind, während die kleineren flachere Einsenkungen zeigen, die das zuweilen keulenförmig verdickte Ende der Isolationszellen aufnehmen. Namentlich beim Frosche habe ich die glockenförmigen Hohlräume der *membrana tectoria* für die Gehörhaare ausgeprägt gesehen (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVIII, Taf. XXVIII, Fig. 58 *a*). Durch diese Kreisfiguren zeichnet sich bei den Schildkröten die zweite Zone, respektive die dritte Zone bei den Vögeln aus. Die ganze *membrana tectoria* ist eine cuticulare Abscheidung der Zahnzellen des Nervenknorpels, respektive der Zellen der *macula acustica*, und zeigt zuweilen eine Streifung als Ausdruck einer schichtweisen Ablagerung.

Als solche ist auch die *membrana tectoria* der Menschen und Säuger anzusehen, die ebenfalls den Zahnzellen des *limbus spiralis cartilagineus* und, wie ich glaube, auch denen des *sulcus spiralis* anliegt, so dass es nicht zur Bildung eines *canalis spiralis* kommt. Immer finde ich an der abgehobenen Membran einen Wulst, wie der, welcher sich bei den Vögeln in den *sulcus spiralis* erstreckt. Im Uebrigen zeigt die Membran auf dem Querschnitt wieder ein streifiges Aussehen und breitet sich, allmählig dünner werdend, über die *macula* bis an die Stützzellen aus, erstreckt sich aber eben so wenig wie bei den Vögeln über diese hinüber. Auch hier finde ich die Eindrücke der Zahnzellen in netzförmigen Zeichnungen und die Haare der Hörzellen ragen an sie heran, allein sie deckt auch eine der *macula acustica* speciell angehörige und namentlich mit den peripheren Enden der Cortischen Zellen in Zusammenhang stehende Bildung, die *membrana reticularis*, die wohl ebenfalls als eine cuticulare Bildung, namentlich der Cortischen Zellen und der übrigen Isolationszellen, anzusehen ist. Durch ihre Lücken ragen die Gehörhaare gegen die *membrana tectoria*. Die Annahme einer doppelten cuticularen Bildung, die im Wesentlichen denselben Zellen ihre Entstehung verdankt und von denen die eine sich nicht mit der anderen vereinigt und von denen die *membrana tectoria* als die ältere, die *reticularis* als die jüngere anzusehen ist, ist um so weniger aus dem Wege liegend, wenn man den Befund, den ich einmal bei den Schildkröten gemacht, in Betracht zieht. Ich fand bei einer *Chelonia midas* eine Fortsetzung der Otolithensackmembran des *sacculus* durch die ganze Schnecke sich erstrecken und die eigentliche *membrana tectoria* überlagern, aber durchaus nicht an sie angeheftet, so dass wir auch hier eine doppelte Absonderung der Zellen des Schneckenrohres annehmen müssen.

Somit haben wir denn auch bei den Säugern und den Menschen Massen, welche die *macula* decken, in die dann die Haare der Hörzellen frei hineinragen, deren innerste Lage, die *membrana reticularis* fest mit

den Cortischen Zellen, und somit mit den Fasern der Basilarmembran zusammenhängt und deren Bewegungen folgen muss. Wird nun eine solche Faser der *membrana basilaris* durch den entsprechenden Ton in Bewegung gesetzt, so wird sich diese Bewegung bei den Reptilien und Vögeln den der Faser anliegenden Isolationszellen und damit auch den von ihnen umgebenen Hörzellen mittheilen. Sie werden mit den Härchen gegen die *membrana tectoria* bewegt werden, wodurch dann der Nervenvorgang von den an die Haare ragenden Nervenfasern ausgelöst wird. Dasselbe ist bei den Säugern und den Menschen, aber in einem noch vollkommneren Grade der Fall. Die Bewegung wird durch die der Faser anhaftenden, modificirten Isolationszellen, die Cortischen Zellen, die einen elastischen Steg bilden, fortgepflanzt, und zwar auf die anliegenden Hörzellen mit den Haaren und der *lamina reticularis*, die gegen die *membrana tectoria* bewegt werden. Somit finden wir denn, dass mit den Schwingungen der einzelnen Faser der Basilarmembran Bewegungen der zugehörigen, angelagerten Gruppen der Isolations- und der Hörzellen verbunden sind, während die benachbarten unbetheiligt bleiben, und dadurch kommen die Schwingungen einer solchen Saite isolirt zum Bewusstsein, es wird eine besondere quantitative Gehörempfindung, die Empfindung eines Tones, hervorgerufen. Damit ist nun aber, wie ich bereits früher andeutete, nicht ausgeschlossen, dass auch eine einfache Gehörempfindung durch die Gesammtheit der Gehörzellen der Schnecke zu Stande kommt, im Gegentheil, diese geht nebenher, da wir wissen, dass durch die *membrana Reissneri* hindurch die gesammte Endolymphe der *scala media* in Bewegung gesetzt werden kann, die dann die gesammte *membrana tectoria*, die alle Hörzellen und deren Haare überlagert, bewegt und somit in allen einen Nervenvorgang auslöst, der kein besonderes Localzeichen bekommt, wie bei den Schwingungen einer einzelnen Saite der *membrana basilaris*.

Somit haben wir alle Bestandtheile des Gehörorganes in ihrer histologischen Zusammensetzung durch die gesammte Wirbelthierreihe verfolgt, und ich glaube, es ist mir gelungen, darzuthun, wie das Princip im Bau desselben ein einheitliches und wie stufenweise in ganz allmähligen Uebergängen aus einfachen Formen, ohne Hinzutreten wesentlicher, neuer Elemente der complicirte Apparat des Menschen und der Säugethiere sich aufbaut.

Mitte September 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. 2.

Gehörorgan von *Myxine glutinosa*, von aussen und innen gesehen. *Aa.*, *ampulla anterior*; *ap*, *ampulla posterior*; *v*, *vestibulum*; *de*, *ductus endolymphaticus*.

Fig. 3. 4.

Gehörorgan von *Petromyzon fluviatilis*, von aussen und innen gesehen. *Aa*, *ampulla anterior*; *ap*, *ampulla posterior*. Die übrigen Bezeichnungen wie bei den folgenden Figuren.

Fig. 5. 6.

Gehörorgan von *Muraena anguilla*; *hor*, horizontale Ampulle; *hor'*, horizontaler Bogengang; *sag*, sagittale Ampulle; *sag'*, sagittaler Bogengang; *fr*, frontale Ampulle; *fr'*, frontaler Bogengang; *c*, Commissur; *ru*, *recessus utriculi*; *u*, *utriculus*; *v*, Verbindungsröhre der alleinstehenden Ampulle; *s*, *sacculus*; *c*, *cochlea*.

Fig. 7. 8.

Gehörorgan von *Cyprinus orfus*, von innen und aussen gesehen. Figurenbezeichnung wie in den vorigen.

Fig. 9. 10.

Gehörorgan von *Spinax acanthias*. Figurenbezeichnung wie vorhin; *de*, *ductus endolymphaticus*.

Fig. 11. 12.

Gehörorgan von *Raja torpedo*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie vorhin.

Fig. 13. 14.

Gehörorgan von *Siredon pisciformis*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie vorhin; *pi*, *pars initialis cochleae*; *lag*, *lagena*; *dp*, *ductus perilymphaticus*.

Fig. 15. 16.

Gehörorgan von *Triton cristatus*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie früher.

Fig. 17. 18.

Gehörorgan von *Salamandra maculata*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie vorhin; *pb*, *pars basilaris*; *dp*, *ductus perilymphaticus*.

Fig. 19. 20.

Gehörorgan von *Rana*, von aussen und innen gesehen. Figurenerklärung wie früher.

Fig. 21. 22.

Gehörorgan von *Coluber natrix*, von aussen und innen gesehen.

Fig. 23. 24.

Gehörorgan von *Lacerta agilis*, von aussen und innen gesehen. Frühere Figurenbezeichnung; *dp*, *ductus perilymphaticus*.

Fig. 25. 26.

Gehörorgan von *Testudo graeca*, von aussen und innen gesehen. Figurenbezeichnung wie vorhin.

Fig. 27. 28.

Gehörorgan von *Crocodilus niloticus*, von aussen und innen gesehen. Frühere Figurenbezeichnung; *mr*, *membrana Reissneri*.

Fig. 29. 30.

Gehörorgan von *Columba domestica*, von aussen und innen gesehen. Frühere Figurenbezeichnung; *cr*, *canalis reuniens*.

Fig. 31. 32.

Gehörorgan vom Rinde, von aussen und innen gesehen; *hor*, horizontale Ampulle; *hor'*, horizontaler Bogengang; *sag*, sagittale Ampulle; *sag'*, sagittaler Bogengang; *fr*, frontale Ampulle; *fr'*, frontaler Bogengang; *c*, Commissur der Bogengänge; *ru*, *recessus utriculi*; *u*, *utriculus*; *v*, Verbindungsröhre der hinteren Ampulle; *s*, *sacculus*; *de*, *ductus endolymphaticus*; *pb*, *pars basilaris*; *mr*, *membrana Reissneri*; *cr*, *canalis reuniens*; *lag*, *lagena*; *b*, Vorhofsblindsack.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Bei **Wilhelm Engelmann** in Leipzig erschien ferner:

Anatomische Studien.

Herausgegeben von

Dr. C. Hasse,

Prosector in Würzburg.

Erstes — drittes Heft. **Mit 26 zum Theil colorirten Tafeln.**

gr. 8.

Inhalt des 1. Heftes: I. Die Cupula terminalis der Cyprinoiden, von Dr. C. Hasse. — II. Untersuchungen über die Nerven der Musculi serrati postici, von Stud. med. Rieländer. Mit Tafel I. — III. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie des Pharynx, von Stud. med. Ketel. Mit Tafel II, III. — IV. Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, insbesondere des Menschen und der Säugethiere, von Dr. C. Hasse und Stud. med. W. Schwarck, Mit Tafel IV—VII. — V. Die Lageveränderung der pharyngealen Tubenmündung während der Entwicklung, von Cand. med. A. Kunkel. Mit Tafel VIII. gr. 8. 1870. br. 3 Thlr.

Inhalt des 2. Heftes: VI. Zur Morphologie des Labyrinthes der Vögel, von Dr. C. Hasse. Mit Tafel IX, X. — VII. Das Gehörorgan der Schildkröten, von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XI—XV. — VIII. Die Morphologie des Gehörorgans der Eidechsen, von Dr. E. Clason, Adjunkt der Anatomie in Upsala. Mit Tafel XVI, XVII. — IX. Das knöcherne Labyrinth der Frösche, von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XVIII. gr. 8. 1871. br. 3 Thlr.

Inhalt des 3. Heftes: X. Das Gehörorgan der Fische, von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XIX—XXII. — XI. Ueber das Gehörorgan der Cyclostomen, von H. Ketel, Stud. med. Mit Tafel XXIII, XXIV. — XII. Die Entwickelung des atlas und epistropheus des Menschen und der Säugethiere, von Dr. C. Hasse. Mit Tafel XXV. — XIII. Beiträge zur Entwickelung der Wirbelsäule bei den Vögeln, von W. Schwarck, Stud. med. Mit Tafel XXVI. gr. 8. 1872. br. 3 Thlr.

Lehrbuch

der

Anatomie des Menschen.

Von

Dr. G. Hermann Meyer,

Professor der Anatomie in Zürich.

Zweite verbesserte Auflage.

Mit 356 Holzschnitten. gr. 8. br. 4 Thlr.

Anleitung

zu den

Präparirübungen.

Für den Gebrauch von Studirenden

verfasst von

Dr. G. Hermann Meyer,

ord. Prof. der Anatomie in Zürich.

Dritte verbesserte Auflage. Mit 5 Figuren in Holzschnitt.

gr. 8. br. 1 Thlr. 7½ Ngr.

Leitfaden

bei der

mikroskopischen Untersuchung thierischer Gewebe

von

Dr. Sigmund Exner,

Privat-Docent für Physiologie und Assistent am physiolog. Institut zu Wien.

Mit drei Figuren in Holzschnitt. 8. br. 22½ Ngr.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Schul

Hasse, Carl, 1841-1922

Anatomische Studien

Bd.: 1[,2]

Leipzig 1872/73

Anat. 209 kf-1,b/Suppl.1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10997156-5